

Е. Л. ТРИСВЕТОВА, С. Е. ФЕДОРОВИЧ

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ**

Минск БГМУ 2016

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
2-я КАФЕДРА ВНУТРЕННИХ БОЛЕЗНЕЙ

Е. Л. ТРИСВЕТОВА, С. Е. ФЕДОРОВИЧ

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2016

УДК 616.24-008.4-071 (075.8)

ББК 54.12 я73

Т68

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве учебно-методического пособия 18.05.2016 г., протокол № 9

Рецензенты: д-р мед. наук, проф. Э. А. Доценко; д-р мед. наук, проф. С. В. Губкин

Трисветова, Е. Л.

Т68 Функциональные методы исследования внешнего дыхания : учеб.-метод. пособие / Е. Л. Трисветова, С. Е. Федорович. – Минск : БГМУ, 2016. – 28 с.

ISBN 978-985-567-611-0.

Освещены основные методы исследования функции внешнего дыхания: показания для проведения методов, методика выполнения, интерпретация результатов. Приведены рисунки, отображающие графическую запись и цифровые значения основных показателей функции внешнего дыхания. Даны тестовые вопросы.

Предназначено для студентов 4-го и 6-го курсов лечебного и педиатрического факультетов и врачей-интернов.

УДК 616.24-008.4-071 (075.8)

ББК 54.12 я73

Учебное издание

Трисветова Евгения Леонидовна
Федорович Светлана Евгеньевна

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск Н. Ф. Сорока
Компьютерная верстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 18.05.16. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».

Ризография. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,46. Тираж 50 экз. Заказ 736.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

ISBN 978-985-567-611-0

© Трисветова Е. Л., Федорович С. Е., 2016

© УО «Белорусский государственный
медицинский университет», 2016

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БГР — бронхиальная гиперреактивность
ВГО (ITGV) — внутригрудной объем
ДО (TV) — дыхательный объем
ДСЛ (DL CO) — диффузионная способность легких
ЕВ (IC) — емкость вдоха
ЖЕЛ (VC) — жизненная емкость легких
МОД (LVV) — минутный объем дыхания
МОС25 (MEF25 или FEF75) — мгновенная объемная скорость после выдоха 25 % ФЖЕЛ
МОС50 (MEF50 или FEF50) — мгновенная объемная скорость после выдоха 50 % ФЖЕЛ
МОС75 (MEF75 или FEF25) — мгновенная объемная скорость после выдоха 75 % ФЖЕЛ
ОВ или ООЛ (RV) — остаточный воздух или остаточный объем легких
ОЕЛ (TLC) — общая емкость легких
ОФВ1 (FEV1) — объем форсированного выдоха за 1 секунду
ПСВ — пиковая скорость выдоха
Ровд (IRV) — резервный объем вдоха
Ровыд (ERV) — резервный объем выдоха
СОС25-75 (MEF25–75) — средняя объемная скорость в интервале между 25 % и 75 % ФЖЕЛ
ФВД — функция внешнего дыхания
ФЖЕЛ (FVC) — форсированная жизненная емкость легких
ФОЕЛ (FRC) — функциональная остаточная емкость легких
ЧД (RR) — частота дыхания
SRtot — общее бронхиальное сопротивление

МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

Общее время занятий: на 4-м курсе — 5 часов, на 6-м курсе — 6 часов.

Занятия на 4-м курсе по пульмонологии включают вопросы функциональной диагностики внешнего дыхания при болезнях легких; занятия на 6-м курсе — методы исследования в пульмонологии, в том числе функциональные методы исследования внешнего дыхания.

Диагностика функциональных нарушений при болезнях респираторной системы является неотъемлемой частью обоснования диагноза при хронической обструктивной болезни легких, бронхиальной астме и другой легочной патологии, сопровождающейся синдромом бронхиальной обструкции. Появление одышки, нарастающей или приступообразной, физикальные признаки: появление патологического жесткого или с удлинненным выдохом дыхания, сухих свистящих, жужжащих рассеянных хрипов, служит основанием для выполнения исследования функции внешнего дыхания (ФВД). Диагностика

нарушений вентиляционной функции легких, степени проявлений и обратимости необходимы для выявления заболеваний респираторной системы, оценки степени тяжести, эффективности проводимой терапии.

Цель занятия: научиться диагностировать характер и степень нарушений функционального состояния легких при различных заболеваниях респираторной системы.

Задачи занятия:

- ознакомиться с методами функциональной оценки внешнего дыхания, закрепить знания по физиологии и анатомии респираторной системы;
- научиться оценивать результаты методов исследования функции внешнего дыхания;
- овладеть навыками по проведению спирометрии, научиться выполнять медикаментозные пробы и интерпретировать результаты исследования;
- диагностировать обструктивный, рестриктивный, смешанный тип нарушения вентиляционной функции легких по результатам методов исследования функции внешнего дыхания.

Требования к исходному уровню знаний. Для усвоения темы занятия студенту необходимо повторить:

- анатомию и физиологию респираторной системы,
- патофизиологические механизмы развития бронхообструктивного синдрома,
- основные физиологические показатели функции внешнего дыхания,
- механизмы действия лекарственных препаратов (агонистов бета2-рецепторов и М-холинергических) при бронхообструкции.

Контрольные вопросы из смежных дисциплин:

1. Анатомия и физиология респираторной системы.
2. Основные механизмы бронхообструкции и рестриктивных нарушений легких.
3. Патогенез хронической обструктивной болезни легких, бронхиальной астмы.

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Инструментальные методы исследования для оценки функции внешнего дыхания.
2. Основные статические и динамические показатели оценки функции внешнего дыхания.
3. Показания и противопоказания к проведению спирометрии.
4. Методика выполнения спирометрии.
5. Анализ результатов спирографического исследования.
6. Ингаляционная проба с бронхолитиком и провокационная проба: показания к проведению, анализ результатов проб.
7. Пикфлоуметрия: показания к проведению, оценка результатов.
8. Метод бодиплетизмографии: показания и противопоказания к проведению, оценка результатов исследования.

9. Метод оценки диффузионной способности легких: показания к выполнению, оценка результатов.

10. Основные показатели обструктивных нарушений легочной вентиляции.

11. Основные показатели рестриктивных нарушений легочной вентиляции.

12. Причины развития обструктивных нарушений легочной вентиляции (легочные и внелегочные).

13. Причины развития рестриктивных нарушений легочной вентиляции (легочные и внелегочные).

Задания для самостоятельной работы студента. Рекомендуется ознакомиться с методами исследования, обратить внимание на возможности конкретного метода в выявлении патологических изменений, отражающих нарушения бронхиальной проходимости или ограничений вентиляционной функции легких — рестриктивных нарушений.

Выполнение проб при спирометрическом исследовании направлено на диагностику обратимости бронхиальной обструкции (при бронхиальной астме) или стойких необратимых изменений, характерных для хронической обструктивной болезни легких.

Пикфлоуметрия проводится с целью выявления вариабельности бронхиальной проходимости в течение суток, что используется для оценки контролируемости бронхиальной астмы или эффективности проводимой терапии.

Представлен графический материал, отражающий запись исследований, изучение которого поможет в практической деятельности для оценки состояния функции внешнего дыхания.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Дыхание — совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода, использование его в биологическом окислении органических веществ и удаление из организма избытков углекислого газа.

Внешнее (легочное) дыхание — это газообмен между воздухом окружающей среды и кровью легочных капилляров.

Внутреннее (клеточное) дыхание — биохимические процессы окисления органических веществ молекулярным кислородом.

Внешнее дыхание включает в себя следующие последовательные процессы:

– легочную вентиляцию: газообмен между атмосферой и альвеолярным пространством;

– легочный газообмен: газообмен между альвеолярным пространством и кровью легочных капилляров.

Процесс вентиляции изучает механика дыхания — область клинической физиологии дыхания, где путем измерения и сопоставления изменений давления, объемов легких и скоростей движения потока воздуха выявляют функциональные нарушения вентиляции.

Система, обеспечивающая процесс вентиляции (аппарат вентиляции), включает следующие компоненты:

- грудная клетка с дыхательными мышцами;
- легкие с дыхательными путями;
- центральная и периферическая нервная система.

К процессам, обеспечивающим нормальный газообмен в легких, относятся следующие:

- непрерывная вентиляция альвеолярных пространств;
- диффузия газов через альвеолярно-капиллярную мембрану;
- непрерывный легочный кровоток — перфузия.

Функциональное исследование внешнего дыхания является важной частью клинической медицины и выполняет следующие задачи:

- диагностика заболевания легких и оценка его тяжести;
- оценка эффективности терапии различных легочных расстройств (например, реакции больных астмой на бронходилататоры);
- представление о течении болезни из результатов последовательных тестов;

– обучение пациентов приемам правильного дыхания и убеждение их в необходимости ведения здорового образа жизни (например, убедить курильщика прекратить курение, показав ему результаты теста, свидетельствующие о нарушении функции легких).

ОСНОВЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ФУНКЦИИ ЛЕГКИХ

Функционально дыхательная система может быть разделена на три компонента:

- воздухоносные пути (ВП);
- легочная паренхима;
- грудная клетка, выполняющая функцию мехов.

Изменения функции любого из этих трех компонентов могут стать причиной одышки и измеряемых отклонений функции легких. Функциональное исследование легких используется для оценки состояния каждого из этих трех компонентов.

МЕТОДЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

К методам исследования функции внешнего дыхания относятся следующие:

- 1) исследование механических свойств легких:
 - спирометрия;
 - бодиплетизмография;
- 2) исследование эластических свойств легких;
- 3) исследование легочного газообмена:

- определение диффузионной способности легких;
- определение концентрации газов крови;
- определение реакции газообмена на физическую нагрузку.

К часто применяемым, доступным и клинически важным методам оценки легочной функции относятся спирометрия, пикфлоуметрия, бодиплетизмография и исследование диффузионной способности легких.

СПИРОМЕТРИЯ

Самым известным и почти повсеместно доступным методом исследования механических свойств легких является спирометрия. Метод основан на измерении жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и отношений поток–объем–время в процессе выполнения человеком медленных и форсированных дыхательных маневров.

Впервые в 1681 г. Giovanni A. Borelli (1608–1679) пытался измерить объем вдыхаемого воздуха при одном вдохе. История объективной регистрации показателей внешнего дыхания фактически начинается с 1846 г., когда Джон Хатчинсон (John Hutchinson, британский хирург, обследовал ЖЕЛ у 2000 пациентов) предложил метод измерения легочных объемов — спирометрию. Д. Хатчинсону принадлежат обозначения легочных объемов (ЖЕЛ и ФЖЕЛ) и конструкция спирометра.

Целью спирометрического исследования является диагностика вида и степени нарушений легочной вентиляции на основании анализа динамических количественных и качественных показателей, характеризующих статические объемы и емкости, включающие характеристику упругих свойств легких и грудной клетки, и динамические исследования, отражающие количество поступающего и выводящегося объема воздуха за единицу времени.

Показания для проведения спирометрии:

1. Диагностические:
 - диагностика и дифференциальная диагностика респираторных симптомов;
 - оценка степени нарушения респираторной функции;
 - оценка риска развития заболеваний органов дыхания;
 - оценка прогноза нарушения респираторной функции;
 - оценка предоперационного риска;
 - оценка состояния здоровья перед началом физических тренировок.
2. Мониторинг состояния функции внешнего дыхания:
 - динамическое наблюдение в процессе лечения;
 - оценка влияния лечения на респираторную функцию;
 - оценка влияния вредных атмосферных факторов;
 - выявление побочных и токсических реакций лекарственных препаратов.
3. Экспертная практика,
4. Общественное здоровье:
 - эпидемиологические исследования;
 - клинические исследования.

Противопоказания. Спирометрия не имеет абсолютных противопоказаний, но маневр форсированного выдоха следует выполнять с осторожностью:

1) у пациентов с развившимся пневмотораксом и в течение 2 недель после его разрешения;

2) в первые 2 недели после развития инфаркта миокарда, после офтальмологических и полостных операций;

3) при выраженном продолжающемся кровохарканье;

4) при тяжелой бронхиальной астме.

Техника проведения спирометрии. Обследование проводится в утренние часы, натощак, после 15–20-минутного отдыха. Как минимум за час до исследования рекомендуется воздержаться от курения и употребления крепкого кофе.

Бронхолитические препараты отменяют в соответствии с их фармакокинетикой: бета-2 агонисты короткого действия и комбинированные препараты, включающие бета-2 агонисты короткого действия, за 6 часов до исследования, длительно действующие бета-2 агонисты — за 12 часов, пролонгированные теофиллины — за 24 часа.

Исследование проводится в положении больного сидя. Следует избегать наклонов туловища вперед при выполнении выдоха. Одежда не должна стеснять экскурсии грудной клетки.

Поскольку измерения основаны на анализе ротового потока воздуха, необходимо использование носового зажима и контроль за тем, чтобы губы обследуемого плотно охватывали специальный загубник и не было утечки воздуха мимо загубника на протяжении всего исследования.

Типы нарушений легочной вентиляции. В зависимости от изменения статических и динамических показателей выделяют два типа нарушения вентиляции — обструктивный и рестриктивный.

Обструктивный (от лат. obstructio — преграда, помеха) — нарушение проходимости дыхательных путей в результате сужения их просвета и повышения сопротивления движению воздуха на вдохе и выдохе. Встречается при возникновении препятствия нормальному движению воздуха в верхних дыхательных путях (острые ларингиты, стенозы, опухоли и инородные тела гортани и т. д.) и нижних дыхательных путях (опухолы и инородные тела трахеи, рубцовые стенозы трахеи, острые бронхиты и бронхолиты, хроническая обструктивная болезнь легких, астма, инородные тела бронхов и т. д.).

Рестриктивный (от лат. restrictio — ограничение) — нарушения, препятствующие полному расправлению легких в результате действия легочных и внелегочных причин. *Легочные причины:* пневмонии, доброкачественные и злокачественные опухоли легкого, туберкулез легкого, резекция легкого, ателектазы, пневмофиброзы, интерстициальные процессы в легких, отек легкого (альвеолярный или интерстициальный), нарушение образования сурфактанта в легких и т. д. *Внелегочные причины:* выпот в плевральной полости, патология плевры, болезни и деформации позвоночника и грудной клетки, ожирение, нарушения иннервации дыхательных мышц и т. д.

Смешанный тип нарушения вентиляции — нарушения функции внешнего дыхания, включающие обструктивные и рестриктивные изменения.

Графическое изображение показателей функции внешнего дыхания, получаемые при спирографии, представлено на рис. 1.

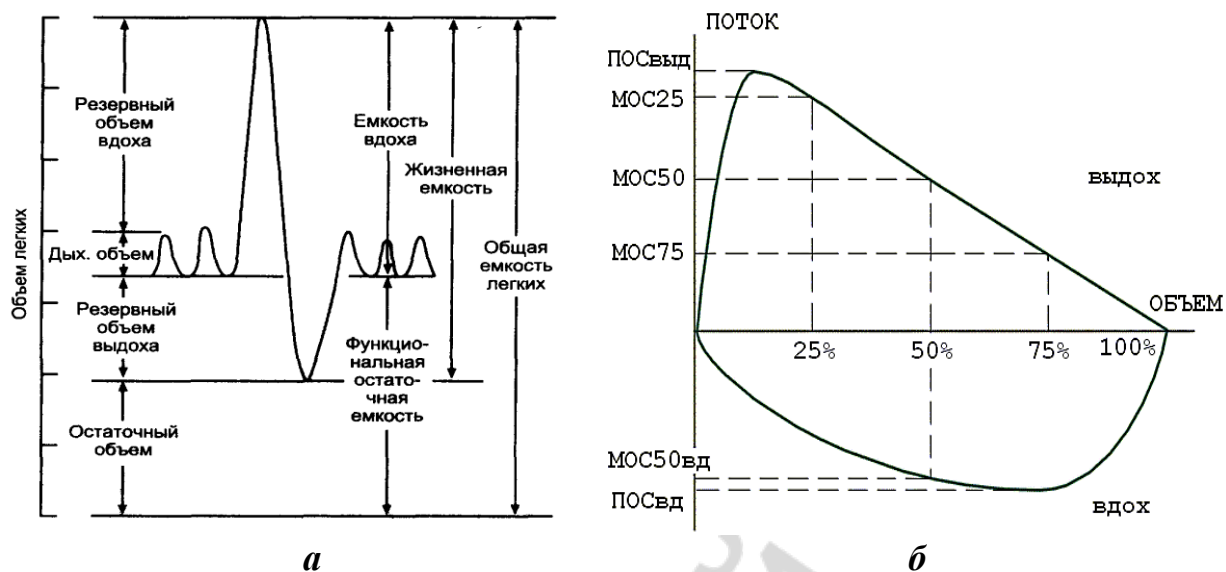


Рис. 1. Структура общей емкости легких и ее составляющие (а), кривая «поток-объем» (б)

Объемные показатели легких (тест ЖЕЛ — жизненная емкость легких):

ЖЕЛ (VC — Vital Capacity) — жизненная емкость легких — объем воздуха, который выходит из легких при максимально глубоком выдохе после максимально глубокого вдоха.

Ровд (IRV — Inspiratory Reserve Volume) — резервный объем вдоха (дополнительный воздух) — это тот объем воздуха, который можно вдохнуть при максимальном вдохе после обычного вдоха

Ровыд (ERV — Expiratory Reserve Volume) — резервный объем выдоха (резервный воздух) — это тот объем воздуха, который можно выдохнуть при максимальном выдохе после обычного выдоха.

ДО (TV — Tidal Volume) — дыхательный объем — это объем воздуха, проходящего через легкое во время спокойного вдоха и спокойного выдоха.

ЕВ (IC — Inspiratory Capacity) — емкость вдоха — фактическая сумма дыхательного объема и резервного объема вдоха ($ЕВ = ДО + Ровд$).

ФОЕЛ (FRC — Functional Residual Capacity) — функциональная остаточная емкость легких. Это объем воздуха в легких пациента, находящегося в состоянии покоя, в положении, когда закончен обычный выдох, а голосовая щель открыта. ФОЕЛ представляет собой сумму резервного объема выдоха и остаточного воздуха ($ФОЕЛ = Ровыд + ОВ$). Данный параметр можно измерить с помощью одного из двух способов: разведения гелия или плевтизмографии тела. Спирометрия не позволяет измерить ФОЕЛ.

ОВ (RV — Residual Volume) — остаточный воздух (другое название — ООЛ, остаточный объем легких) — это объем воздуха, который остается в легких после максимального выдоха. Остаточный объем нельзя определить

с помощью одной спирометрии, это требует дополнительных измерений объема легких (с помощью метода разведения гелия или плетизмографии тела).

ОЕЛ (TLC — Total Lung Capacity) — общая емкость легких (объем воздуха, находящийся в легких после максимально глубокого вдоха).
 $ОЕЛ = ЖЕЛ + ОВ$.

Скоростные показатели легких (тест ФЖЕЛ — форсированная жизненная емкость легких):

ФЖЕЛ — ФЖЕЛвыд (FVC — Forced Vital Capacity) — форсированная жизненная емкость легких — объем воздуха, выдыхаемый при максимально быстром и сильном выдохе.

ОФВ1 (FEV1 — Forced Expiratory Volume in 1 sec) — объем форсированного выдоха за 1 секунду — объем воздуха, выдохнутого в течение первой секунды форсированного выдоха.

МОС25 (MEF25 – FEF75 — Forced Expiratory Flow at 75%) — мгновенная объемная скорость после выдоха 25 % ФЖЕЛ, 25 % отсчитываются от начала выдоха.

МОС50 (MEF50 – FEF50 — Forced Expiratory Flow at 50 %) — мгновенная объемная скорость после выдоха 50 % ФЖЕЛ, 50 % отсчитываются от начала выдоха.

МОС75 (MEF75 – FEF25 — Forced Expiratory Flow at 25 %) — мгновенная объемная скорость после выдоха 75 % ФЖЕЛ, 75 % отсчитываются от начала выдоха.

СОС25–75 (MEF25–75) — средняя объемная скорость в интервале между 25 % и 75 % ФЖЕЛ.

ИТ — ОФВ1/ЖЕЛ (FEV1/VC — Index Tiffeneau) — индекс Тиффено.

ИГ — ОФВ1/ФЖЕЛ (FEV1/FVC — Index Gaenslar) — индекс Генслара.

Минутный объем дыхания МОД:

МОД (LVV — Low Voluntary Ventilation) — минутный объем дыхания — это объем воздуха, проходящий через легкие при обычном дыхании за одну минуту.

ОВ МОД — **ДО** (дыхательный объем, усредненный) = (TV LVV) — объем воздуха, проходящий через легкие при выполнении теста МОД (LVV) за один вдох-выдох.

ЧД (RR = Respiration Rate) — частота дыхания при МОД

Протоколы спирометрии представлены на рис. 2, 3.

Оценка результатов спирометрии. Анализируют основные показатели, сравнивая с нормальными значениями величин: ЖЕЛ — в норме ≥ 81 % от должного значения; ФЖЕЛ — в норме ≥ 81 % от должного значения; ОФВ1 — в норме ≥ 81 % от должного значения; ОФВ1/ФЖЕЛ — в норме ≥ 71 % от должного значения (оценивается постбронходилатационный показатель); МОС25, МОС50, МОС75, СОС2575 — в норме ≥ 61 % от должного значения.

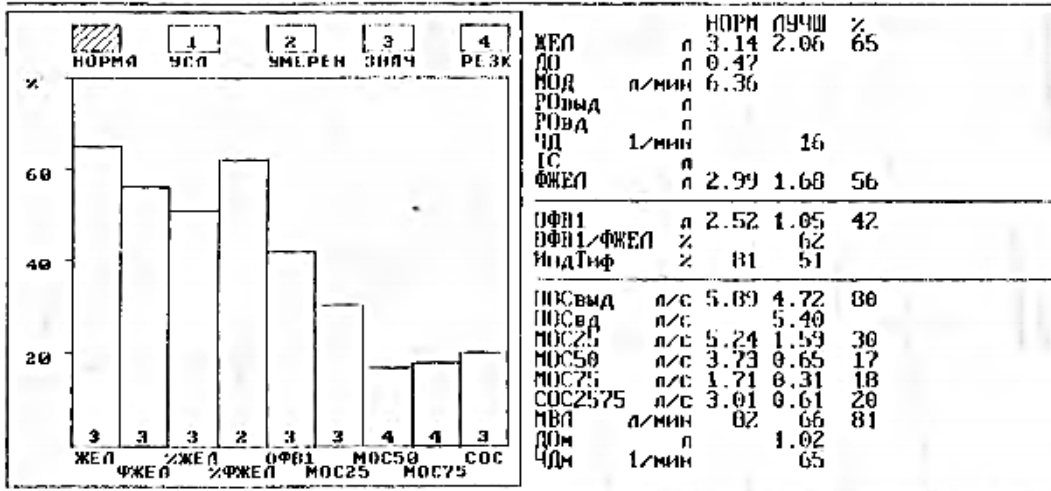
УЗ "ОЦН" ПОЛИКЛИНИКА №1

"МС-1" зав. № 618 Дата поверки: 10июн2014

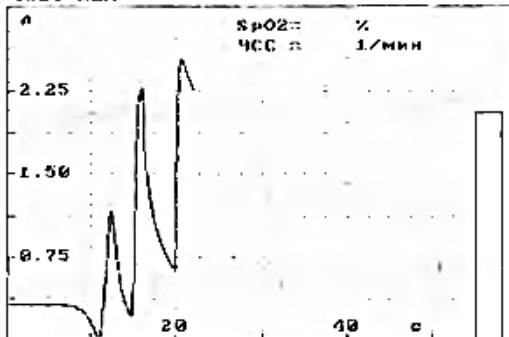
Дата обследования пациента: 23фев2015, Начало: 11:33, Окончание: 11:36

(Ж), 52года, 160см, 62кг, ИМТ = 32, ИКЧ = 0

Система норм: КЛЕМЕНТ, Яса: ЕВРОПЕОИД



Тест ЖЕЛ



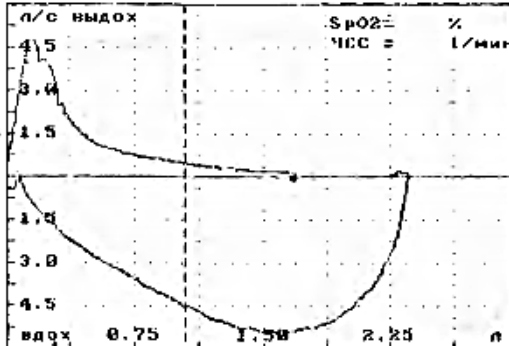
Критерия качества тестов

Испиром	2	+	
dЖЕЛ	л	0.13	+
УокончСп	л	0.18	+
Испиром	2	+	
dОФВ1	л	0.06	+
dФЖЕЛ	л	0.08	+
Уокстр	л	0.09	+
УокончТиф	л	0.15	+

+ критерий выполнен, - не выполнен

Заключение по ФВД:
Возможны значительные смешанные нарушения

Тест ФЖЕЛ (Г)



10июн2014 -> 23фев2015:

снижение ОФВ1 0.325 л

17апр2014 -> 23фев2015:

ОФВ1/ФЖЕЛ(ИндТиф) меньше 70% 3 раз(а)

ВНИМАНИЕ!

Заключение является предварительным и требует подтверждения врача.

Заключение врача:

*Значительное снижение
максим. выдыхающей*

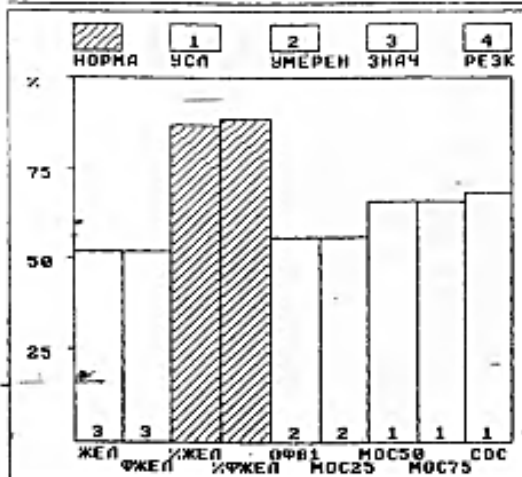
*подпись фамилия
по obstructivному
типу.*

В.Ф.

Рис. 2. Протокол спирометрии пациентки со значительным нарушением вентиляции по obstructivному типу

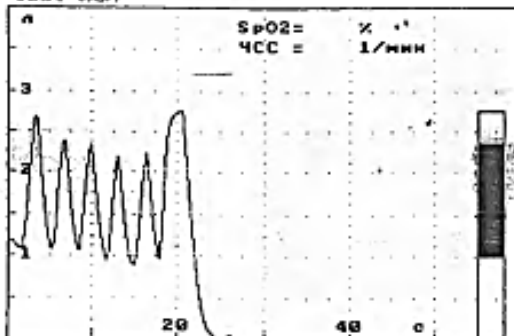
УЗ "ВОКБ" ОФД
 "ПАС-1" зов. № 11158 Дата поверки: 18дек2014
 Дата обследования пациента: 25мар2015, Начало: 09:02, Окончание: 09:04
 (М), 34года, 180см, 90кг, ИМТ = 28, ИКЧ = 0
 Система норм: КЛЕМЕНТ, Раса: ЕВРОПЕИД, Примечание: РЕВМАТ

по сравнению с 22.01.2014 + 5%



Параметр	н	НОРМ	ЛУЧШ	%	Комментарий
ЖЕЛ	л	5.37	2.77	52	+ 5%
ФЖЕЛ	л	0.80	1.36	170	
МОД	л/мин	8.42	21.9	261	
РФвд	л		1.0		
РФвд	л		0.4		
Чд	л/мин		16		
ТС	л		1.77		
ФЖЕЛ	л	5.21	2.69	52	
ФФВ1	л	4.31	2.41	56	+ 5%
ФФВ1/ФЖЕЛ	%		89		
ИндиТиф	%	80	87		0%
ПОСвд	л/с	9.66	5.19	54	- 1%
ПОСвд	л/с		2.94		
МОС25	л/с	8.81	4.90	56	- 3%
МОС50	л/с	6.06	4.03	66	+ 10%
МОС75	л/с	2.74	1.81	66	+ 55%
СРС2575	л/с	4.99	3.38	68	+ 21%

Тест ЖЕЛ



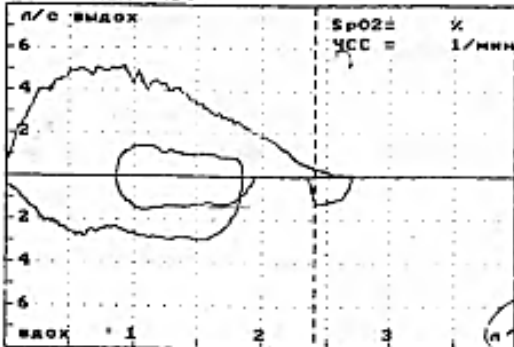
Критерии качества тестов

Нспиро	2	+
ΔЖЕЛ	л 0.04	+
ΔокончСп	л 0.03	+
Минвмо	2	+
ΔФФВ1	л 0.29	-
ΔФЖЕЛ	л 0.02	+
Δжестр	л 0.08	+
ΔокончПн	л 0.05	+

+ критерий выполнен, - не выполнен

Заключение по ФВД:
 возможны умеренные
 рестриктивные нарушения

Тест ФЖЕЛ (Г)



ВНИМАНИЕ!
 Заключение является предварительным
 и требует подтверждения врача.

Заключение врача:

*Функциональное
 ограничение
 максимальной
 вентиляции легких, обусловленное
 в основном за счет
 снижения среднего
 диаметра*

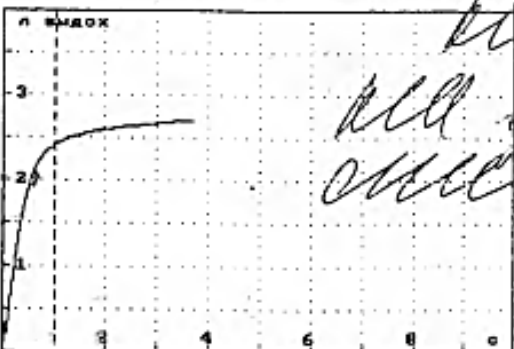


Рис. 3. Протокол спирометрии пациента со значительным нарушением вентиляции по рестриктивному типу

Причины снижения ФЖЕЛ следующие:

1. Патология легочной ткани (резекция легких, ателектаз); состояния, при которых уменьшается растяжимость легочной ткани (фиброз, застойная сердечная недостаточность). При обструктивных легочных заболеваниях ФЖЕЛ снижается за счет замедления опорожнения легких.

2. Патология плевры и плевральных полостей (утолщение плевры, плевральный выпот, опухоли плевры с распространением на легочную ткань).

3. Уменьшение размеров грудной клетки: легкие не могут расправляться и спадаться в полной мере, если движения грудной стенки (в том числе брюшного компонента) ограничены.

4. Нарушение нормальной работы дыхательных мышц, в первую очередь диафрагмы, межреберных мышц и мышц брюшной стенки, которые обеспечивают расправление и опустошение легких.

Следует помнить, что ФЖЕЛ — это максимальная форсированная экспираторная жизненная емкость легких, у больных с обструктивными заболеваниями легких ФЖЕЛ может быть существенно меньше, чем ЖЕЛ, измеренная при спокойном дыхании.

Объем форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1). Из всех показателей наиболее важным является максимальный объем воздуха, который человек может выдохнуть за первую секунду маневра ФЖЕЛ — ОФВ1. Он относительно независим от усилия, приложенного во время маневра выдоха, и отражает свойства легких и дыхательных путей. ОФВ1 — наиболее воспроизводимый, часто используемый и самый информативный показатель спирометрии. При снижении скорости воздушного потока, например, при эмфиземе, ХОБЛ, бронхиальной астме, муковисцидозе, ОФВ1 снижается соответственно тяжести обструкции. ФЖЕЛ при этом также уменьшается, но, как правило, в меньшей степени. При рестриктивных нарушениях (ограничении расправления легких), например при легочном фиброзе, ОФВ1 также снижается.

Соотношение ОФВ1/ФЖЕЛ. Важным спирометрическим показателем является отношение ОФВ1/ФЖЕЛ, которое обычно выражается в процентах и является модификацией индекса Тиффно. $\text{ОФВ1/ЖЕЛ}_{\text{вд}}$, где $\text{ЖЕЛ}_{\text{вд}}$ — максимальный объем воздуха, который можно вдохнуть после полного спокойного выдоха. Объем воздуха, выдыхаемый за первую секунду, представляет собой достаточно постоянную долю ФЖЕЛ независимо от размера легких. У здорового человека это соотношение составляет 75–85 %, но с возрастом скорость выдоха снижается в большей степени, чем объем легких, и отношение несколько уменьшается. У детей, наоборот, скорости воздушных потоков высокие, поэтому соотношение ОФВ1/ФЖЕЛ у них, как правило, выше — около 90 %. При обструктивных нарушениях отношение ОФВ1/ФЖЕЛ снижается, поскольку ОФВ1 снижается соответственно тяжести обструкции. ФЖЕЛ при этом также уменьшается, но, как правило, в меньшей степени.

При легочной рестрикции без обструктивных изменений ОФВ₁ и ФЖЕЛ снижаются пропорционально, следовательно, их соотношение будет в пределах нормальных величин или даже немного выше. Таким образом, при необходимости дифференцировать обструктивные и рестриктивные нарушения оценивают соотношение ОФВ₁/ФЖЕЛ.

Интерпретация результатов спирометрии в зависимости от типа нарушения вентиляции.

Обструктивный тип характеризуется снижением скорости воздушного потока на выдохе. В далеко зашедших случаях снижаются ОФВ₁/ФЖЕЛ и СОС_{25–75}, и на диаграмме поток–объем видно уменьшение скорости воздушного потока при всех значениях объема. Поскольку разные отделы легких освобождаются от воздуха неравномерно, нисходящий участок кривой имеет вогнутую форму. На ранней стадии заболевания, когда нарушена проходимость только мелких дыхательных путей, ОФВ₁/ФЖЕЛ может быть в норме, и единственными отклонениями, выявляемыми при исследовании функции внешнего дыхания, будут снижение СОС_{25–75} и изменение формы конечного участка экспираторной части кривой поток–объем. ОЕЛ при обструктивном типе нарушений в норме или повышена. ООЛ увеличен вследствие раннего экспираторного закрытия дыхательных путей и эффекта «воздушной ловушки». В результате повышается отношение ООЛ к ОЕЛ. ЖЕЛ часто снижена (из-за значительного повышения остаточного объема на фоне небольших изменений общей емкости легких).

Заболевания, сопровождающиеся *рестриктивными нарушениями*, можно разделить на две группы — легочные и внелегочные. При *внелегочных заболеваниях* нарушены либо преимущественно вдох, либо в равной степени и вдох, и выдох. Основным признаком рестриктивных нарушений независимо от причины — уменьшение легочных объемов, в первую очередь — ОЕЛ, ООЛ и ЖЕЛ. При *легочных заболеваниях* обычно снижается ООЛ, а показатели скорости форсированного выдоха не изменяются. Более того, ОФВ₁/ФЖЕЛ может быть даже увеличенным, то есть скорость воздушного потока оказывается повышенной для данного объема легких. Эту диспропорцию между скоростью воздушного потока и объемом легких отражает изменение экспираторной части диаграммы поток–объем: она становится узкой (из-за уменьшения легочных объемов), но остается сравнительно высокой (так как скорость воздушного потока на выдохе в норме).

Инспираторные нарушения *при внелегочных заболеваниях* обусловлены слабостью инспираторных мышц либо ригидностью грудной клетки. В результате снижается ОЕЛ, а скорость воздушного потока на выдохе остается нормальной. ООЛ, как правило, существенно не изменяется.

Следует помнить, что заболевания легких не всегда сопровождаются нарушениями вентиляции.

Спирометрия наиболее информативна в выявлении *обструктивного типа* нарушений вентиляции (т. е. нарушений проходимости дыхательных путей) и степени выраженности данных нарушений, поскольку доступны

измерению и воспроизводимы все значимые скоростные показатели. Спирометрия малопригодна для выявления *рестриктивного типа* нарушений вентиляции, поскольку в структуре общей емкости легких она позволяет определить только те объемы и емкости, которые человек может вдохнуть или выдохнуть, т. е. резервный объем вдоха и выдоха, дыхательный объем и жизненную емкость легких. Среди этих показателей диагностическую значимость имеет только ЖЕЛ, а этот показатель, как уже было сказано выше, может быть как в норме, так и пониженным при обоих типах нарушений вентиляции.

Ингаляционная проба с бронхолитиком. При клиническом обследовании пациентов с выявленными нарушениями бронхиальной проходимости для оценки обратимости бронхиальной обструкции выполняют ингаляционный тест с селективным β_2 -агонистом короткого действия или с М-холинергическим препаратом короткого действия.

Порядок выполнения теста включает исследование исходной ФВД, далее проводят ингаляцию одной дозы β_2 -агониста короткого действия с помощью дозированного карманного ингалятора и повторно исследуют ФВД через 20 мин. Бронходилатационный тест проводят утром, за 8 часов до исследования отменяют симпатомиметики, за 12 часов — препараты теофиллина. Изменения показателей бронхиальной проходимости оценивают относительным приростом спирометрических показателей, который выражается в процентах и вычисляется по формуле:

$$\frac{(\text{ОФВ1 (мл) после } \beta_2\text{-агониста} - \text{ОФВ1 (мл) исходный})}{\text{ОФВ1 (мл) должный}} \times 100 \%$$

В случае обратимости бронхиальной обструкции, характерной для бронхиальной астмы, прирост показателя составляет $\geq 12\%$. Обратимость обструкции является вариабельной величиной — у одного и того же человека показатель меняется в периоды обострения и ремиссии. Диагностировать обратимость бронхиальной обструкции можно, измерив бронходилатационный ответ по абсолютному приросту ОФВ1 в мл.

$$\text{ОФВ1 абс. (мл)} = \text{ОФВ1 дилат. (мл)} - \text{ОФВ1 исх. (мл)}.$$

При проведении бронходилатационного теста используют:

- 400 мкг (4 дозы) β_2 -агониста короткого действия (фенотерол, салбутамол) через дозирующий баллончик со спейсером, оценка ФВД через 15–30 мин;
- 80 мкг (4 дозы) холинолитика короткого действия (ипратропия бромид) через дозирующий баллончик со спейсером, оценка ФВД через 30–45 мин;
- комбинация этих препаратов в той же дозировке для каждого через дозирующий баллончик со спейсером, оценка ФВД через 30–45 мин после ингаляции;
- 2,5–5,0 мг салбутамола через небулайзер, оценка ФВД через 15–30 мин;

– 500 мкг ипратропия бромидом через небулайзер, оценка ФВД через 30–45 мин;

– 1 мг фенотерола в сочетании с 500 мкг ипратропия бромидом через небулайзер, оценка ФВД через 30–45 мин.

Результат бронходилатационного теста считается положительным, если прирост ОФВ₁ составляет более 12 % от исходных значений и превышает 200 мл.

Тесты бронхиальной гиперреактивности (БГР) не применяются широко в клинической практике. Обычно выявление БГР основано на изменении ответа показателя ОФВ₁ в ответ на ингаляцию повышающихся концентраций метахолина. У пациентов с нормальной легочной функцией исследование БГР имеет преимущество по сравнению с другими тестами при выявлении больных с бронхиальной астмой. Напротив, тесты БГР играют незначительную роль у пациентов с установленной бронхиальной обструкцией, т. к. показатель специфичности теста имеет низкий уровень.

Другие применяемые бронхоконстрикторные тесты — с непрямыми провокационными агентами (маннитол, тест с физической нагрузкой). Положительный ответ на эти стимулы (т. е. падение ОФВ₁ более чем на 15 %) — специфический индикатор астмы. Однако эти тесты менее специфичны, чем исследования с метахолином и гистамином, особенно у пациентов, получающих антиастматическую терапию.

Пикфлоуметрия

Измерение пиковой скорости выдоха (ПСВ) с помощью портативных приборов сегодня стал основным методом контроля за состоянием пациента в домашних условиях. Нередко и врачи при обращении пациента с бронхиальной астмой за помощью с целью скрининга оценки состояния проводят пикфлоуметрию. Прибор прост в применении и стоит относительно недорого.

При проведении исследования пациент вдыхает максимально возможный объем и затем производит максимальный выдох в прибор. Следует внимательно относиться к технике проведения исследования, так как измерение производится в течение первых 100 мсек, и резкое дыхательное движение при искусственном сужении загубника языком испытуемого может привести к существенному искажению результата. Измерение следует провести три раза подряд и выбрать максимальное значение из трех. Вариабельность ПСВ рассчитывается как разница между максимальным и минимальным показателем в процентах по отношению к среднему или максимальному суточному показателю ПСВ. Верхняя граница нормальных значений для вариабельности в % от максимального показателя составляет около 20 % при использовании 4 и более измерений в течение суток. Однако она может быть ниже при использовании двукратных измерений.

Данный метод позволяет в домашних условиях определить пиковую скорость выдоха — показатель проходимости бронхиального дерева, а зна-

чит, оценить выраженность бронхиальной обструкции, ее обратимость, вариабельность в динамике; уточнить степень тяжести заболевания; оценить эффективность проводимой терапии в целом. Следует особо подчеркнуть, что использование данного метода в домашних условиях позволяет предугадать обострение бронхиальной астмы, потому что снижение показателя пиковой скорости выдоха происходит за некоторое время до клинических проявлений бронхиальной обструкции. Показатели ПСВ должны интерпретироваться с осторожностью с учетом клинической ситуации. Исследование ПСВ более применимо для мониторингования пациентов с уже установленным диагнозом астмы, чем для первичной постановки диагноза

Недостатком является и то, что пикфлоуметрия ограничена определением лишь одного показателя.

Бодиплетизмография

Измерение всех компонентов общей емкости легких доступно при проведении бодиплетизмографии.

Бодиплетизмография позволяет определить помимо резервного объема вдоха и выдоха, дыхательного объема и жизненной емкости легких такие показатели, как остаточный объем, внутригрудной объем, который еще называют функциональной остаточной емкостью, и общую емкость легких. Именно эти показатели, как уже было сказано выше, наиболее важны в диагностике рестриктивного типа нарушений вентиляции.

Помимо этого, бодиплетизмография позволяет измерить специфическое и общее бронхиальное сопротивление. Общее бронхиальное сопротивление обладает высокой чувствительностью вплоть до уровня периферических дыхательных путей и высокой воспроизводимостью.

В целом плетизмография — метод измерения и графической регистрации колебаний объема какой-либо части тела, связанных с изменениями кровенаполнения сосудов (например, конечностей).

Общую плетизмографию, или бодиплетизмографию, выделяют как особый метод, применяемый для исследования функций внешнего дыхания.

Метод начали применять в пульмонологии со второй половины XX века, и первые результаты были опубликованы швейцарским исследователем DuVois в 1956 г.

Целью исследования является измерение общего и специфического бронхиального сопротивления и дифференциальная диагностика типа нарушения легочной вентиляции на основании измерения и анализа компонентов общей емкости легких.

Диагностические возможности бодиплетизмографии включают следующие:

- измерение всех спирометрических показателей;
- измерение специфического бронхиального сопротивления;

- определение общего и эффективного бронхиального сопротивления и функциональной остаточной емкости легких;
- определение остаточного объема легких и общей емкости легких.

Принцип работы и техника проведения бодиплетизмографии.

Принцип плетизмографии тела базируется на законе Бойля–Мариотта, который описывает постоянство отношения между давлением (P) и объемом (V) газа при постоянной температуре:

$$P_1V_1 = P_2V_2,$$

где: P_1V_1 — начальное давление газа и его объем; P_2V_2 — конечное давление газа и его объем.

Этот закон используется при определении объема легких у человека, находящегося в герметично закрытой камере — кабине плетизмографа. При этом обследуемый дышит воздухом камеры через загубник, который можно перекрывать электромагнитной заслонкой, изолируя тем самым дыхательные пути и легкие от объема камеры. Автоматически постоянно регистрируются изменения давления в ротовой полости, которое является эквивалентом альвеолярного давления, и доступно измерение внутригрудного объема как отражение колебаний давления в герметичной кабине (рис. 4).

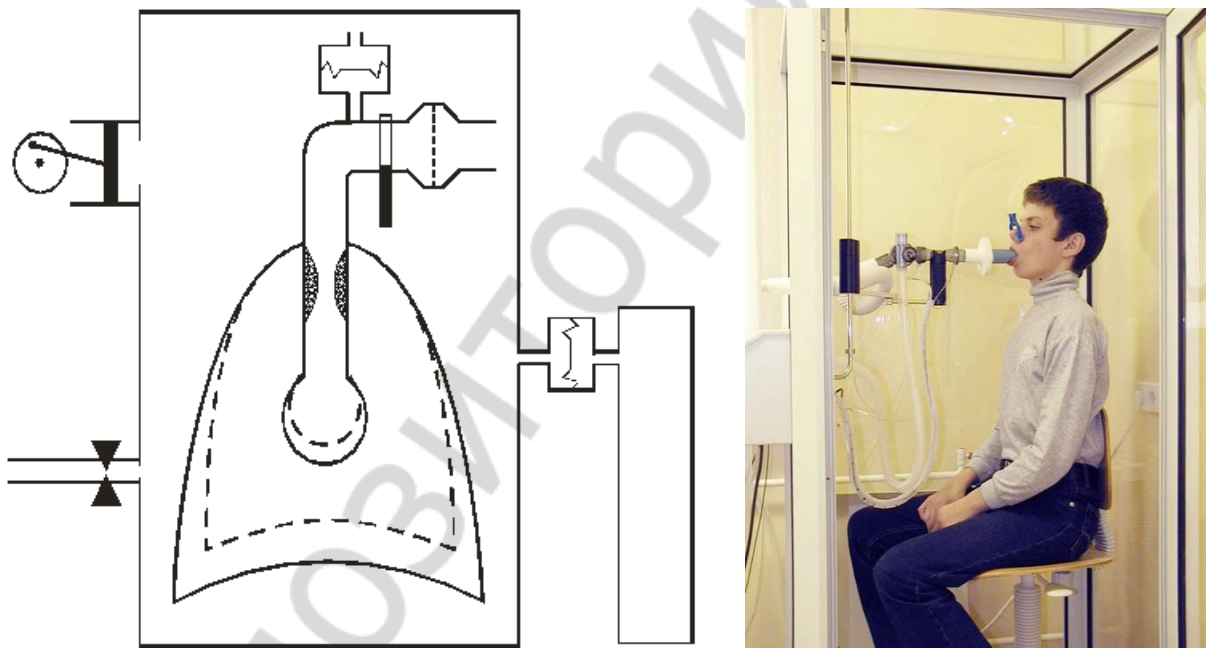


Рис. 4. Схема бодиплетизмографа и положение пациента в кабине во время исследования

Протоколы бодиплетизмографии. В качестве иллюстраций в данном разделе и в разделе спирометрия приведены протоколы обследований одних и тех же пациентов (рис. 5, 6).

Оценка результатов бодиплетизмографии.

Границы нормальных значений:

- SR_{tot} (общее бронхиальное сопротивление) ≤ 100 % от должного значения;

- ITGV (ВГО или ФОЕЛ) — в пределах 85–140 % от должного значения;
- RV (ООЛ) — в пределах 85–150 % от должного значения;
- TLC (ОЕЛ) — в пределах 81–125 % от должного значения;
- VC (ЖЕЛ) > 81 % от должного значения.

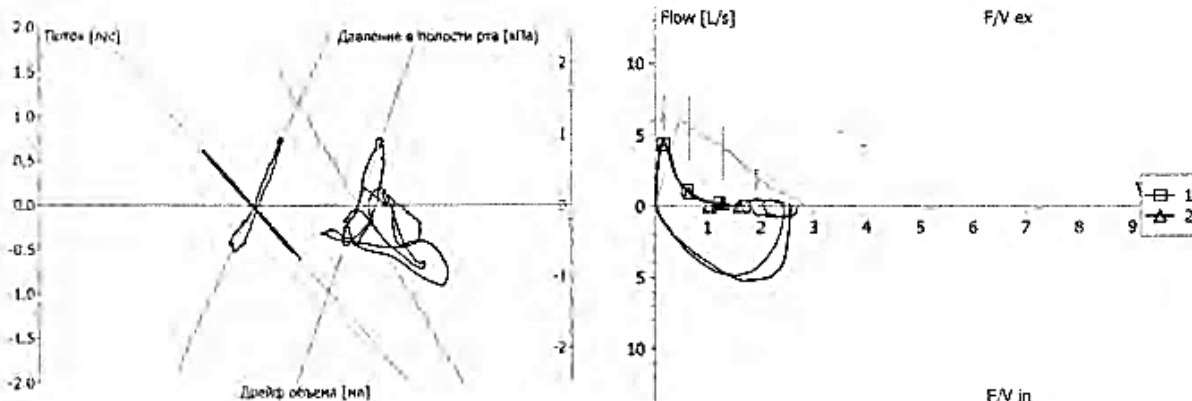
Нормальные значения для остальных определяемых параметров идентичны значениям, полученным при спирометрии (см. раздел Спирометрия).

Интерпретация полученных результатов в зависимости от типа нарушения вентиляции описана в разделе Спирометрия.

ДР: 25.07.1962
Пол: female

Возраст: 52 Years
Рост: 160,0 cm
Вес: 81,0 kg

Бодиплетизмография



		Долж	п1	% (п1/Д)	п2	% (п2/Д)	% (п2-п1) / п1
Дата			240415		240415		
Время			13:13		13:51		
Препарат							
SR eff	[kPa*s]	0.96	1.61	167.01	1.26	130.60	-21.80
SR tot	[kPa*s]	0.96	1.75	181.82	1.81	187.72	3.25
R eff	[kPa*s/L]	0.30	0.51	171.31	0.64	212.47	24.02
R IN	[kPa*s/L]		0.43		0.94		117.90
R EX	[kPa*s/L]		0.83		1.75		111.44
ITGV	[L]	2.64	2.80	106.22	1.67	63.43	-40.29
RV	[L]	1.73	2.78	161.00	1.73	100.12	-37.81
TLC	[L]	4.77	5.21	109.14	4.28	89.77	-17.75
VC IN	[L]	2.93	2.42	82.79	2.55	87.16	5.28
VC EX	[L]	2.93	1.67	57.10	1.59	54.34	-4.84
FEV 1	[L]		2.42	43.25	1.00	41.36	-4.36
FEV 1 % FVC	[%]		62.59		62.91		0.51
FEV 1 % VC IN	[%]	79.22	43.18	54.50	39.22	49.51	-9.16
PEF	[L/s]		6.13	71.19	4.31	70.28	-1.28
MEF 25	[L/s]		1.49		0.14	3.81	-36.33
MEF 50	[L/s]		3.78	5.98	0.14	3.81	-36.33
MEF 75	[L/s]		5.45	21.65	0.96	17.70	-18.25
FRC used	[L]						

Рис. 5. Протокол бодиплетизмографии пациентки со значительным нарушением вентиляции по обструктивному типу (до и после проведения бронходилатационного теста)

ДР: 02.05.1980
 Пол: male

Возраст: 35 Years
 Рост: 180,0 cm
 Вес: 100,0 kg

Бодиплетизмография

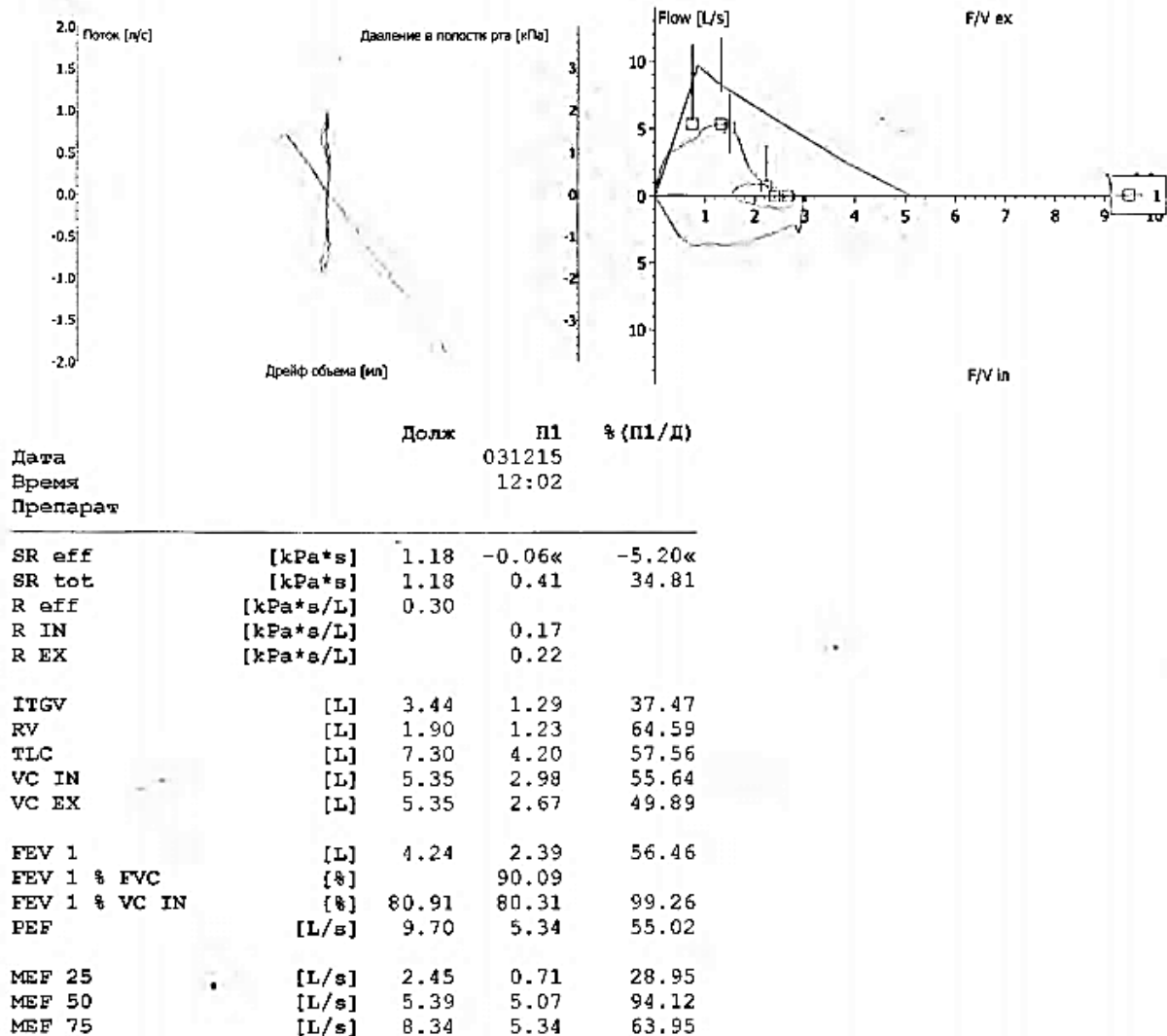


Рис. 6. Протокол бодиплетизмографии пациента со значительным нарушением вентиляции по рестриктивному типу

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФфуЗИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ЛЕГКИХ

Исследование диффузионной способности легких относится к методам исследования легочного газообмена.

Диффузионная способность легких (ДСЛ, DLCO) или трансфер-фактор отражает количество миллилитров газа, проходящее через альвеоло-капиллярную мембрану за 1 минуту при разности парциального давления газа между конечными точками диффузии в 1 мм рт. ст. (или 1 кПа).

Традиционно используется термин «диффузионная способность легких», хотя более точными являются термины «трансфер-фактор» или «фактор переноса», поскольку на перенос кислорода из альвеолярного пространства

в кровь оказывают влияние многие факторы, а не только процесс диффузии. На рис. 7 представлена анатомическая структура газообменной зоны.

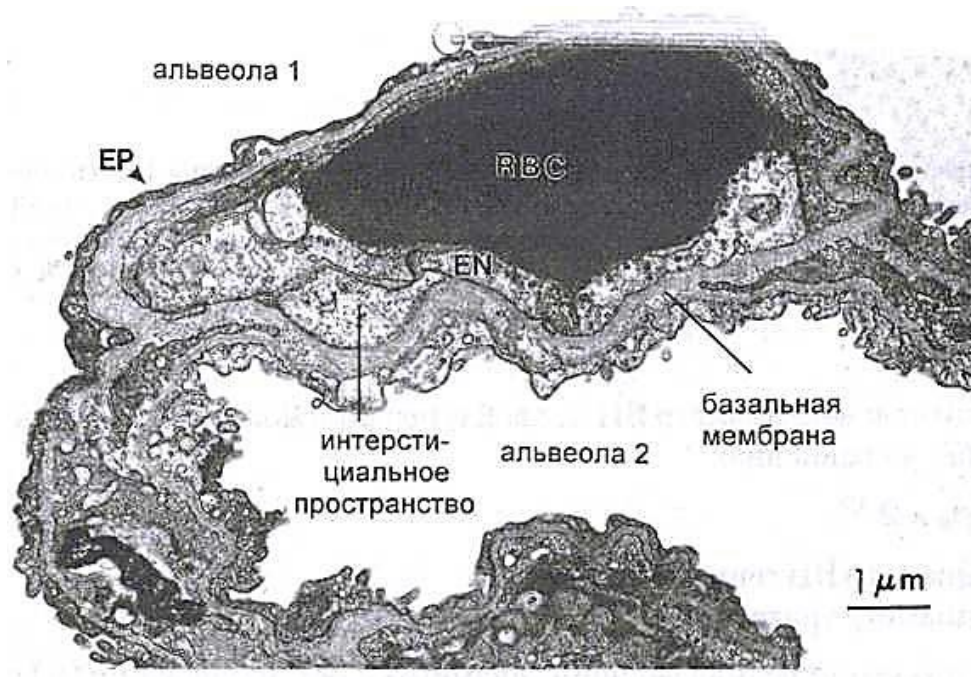


Рис. 7. Альвеолярно-капиллярная мембрана

Анатомической основой легочного газообмена является альвеолярно-капиллярная мембрана. Показаны две прилегающие друг к другу альвеолы. Слияние базальных слоев мембраны эпителиальной клетки 1 типа (EP) и эндотелиальной клетки (EN) вблизи альвеолы 1 создает сверхтонкий барьер для диффузии кислорода и двуокиси углерода между альвеолярным пространством и капилляром. Вблизи альвеолы 2 эпителиальная и эндотелиальная клетки разделены интерстициальным пространством.

В развитии нарушений газообмена основное значение имеют следующие три механизма:

- утолщение альвеолярно-капиллярной мембраны, которое удлиняет путь прохождения кислорода от альвеолы до просвета легочного капилляра и за счет этого уменьшает скорость диффузии кислорода;
- уменьшение эффективного (участвующего в газообмене) альвеолярного объема;
- нарушения легочного кровотока.

Целью исследования является определение уровня легочного газообмена и дифференциальная диагностика изменений в легких на основании измерения диффузионной способности легких, а также оценка эффекта от лечения при динамическом наблюдении.

К диагностическим возможностям методов определения диффузионной способности легких относятся следующие:

- качество газообмена между вдыхаемым воздухом и кровью легочных капилляров;

– характеристика анатомо-физиологических свойств дыхательной зоны (физико-химические и физиологические свойства альвеолярно-капиллярной мембраны и легочно-капиллярного кровотока);

– характеристика воздухопроводящей зоны легких (равномерность распределения вдыхаемого воздуха, величина мертвого пространства, равномерность соотношения вентиляции и кровотока).

Техника проведения исследования. Для определения диффузионной способности легких используются газы, лучше растворимые в крови, чем в альвеолярно-капиллярных мембранах — кислород, окись углерода. Поскольку используют небольшие концентрации окиси углерода (0,1–0,2 %) и вдыхание газа кратковременно, то применение этого газа для определения диффузионной способности легких безопасно.

Определение диффузионной способности легких возможно с помощью окиси углерода методом одиночного вдоха. Вдыхается газовая смесь: 0,3 % окись углерода, 10 % гелий, 21 % кислород в азоте. После 10-секундной задержки дыхания исследуемому предлагается сделать форсированный выдох. Предварительно определяют жизненную емкость и остаточный объем. Газомером измеряется концентрация окиси углерода в выдыхаемом воздухе после 10-секундной задержки дыхания.

Протокол исследования представлен на рис. 8. Данное исследование доступно на аппарате MasterScreen Body Version 5.2, оснащенный модулем для проведения диффузионных исследований.

Оценка результатов. Расчет ДСЛ производится автоматически с учетом индивидуального уровня гемоглобина пациента. В норме величина ДСЛ > 81 % от должного значения.

Показания для определения диффузионной способности легких:

1) для дифференциальной диагностики причин обструкции:

– при эмфиземе легких;

– при простом бронхите с целью дифференциальной диагностики;

– при бронхиальной астме (нормальные или повышенные значения ДСЛ);

2) для выявления доклинических интерстициальных поражений легких: при саркоидозе, экзогенном аллергическом альвеолите, лекарственных поражениях легких, трансплантации легких, ВИЧ-инфекции и т. д. (снижение ДСЛ);

3) для дифференциальной диагностики причин рестрикции:

– при легочных причинах рестрикции — интерстициальные болезни легких (снижение ДСЛ);

– при внелегочных причинах рестрикции — ожирение, плеврит, деформации грудной клетки и позвоночника, миастения и т. д. (нормальные значения ДСЛ).

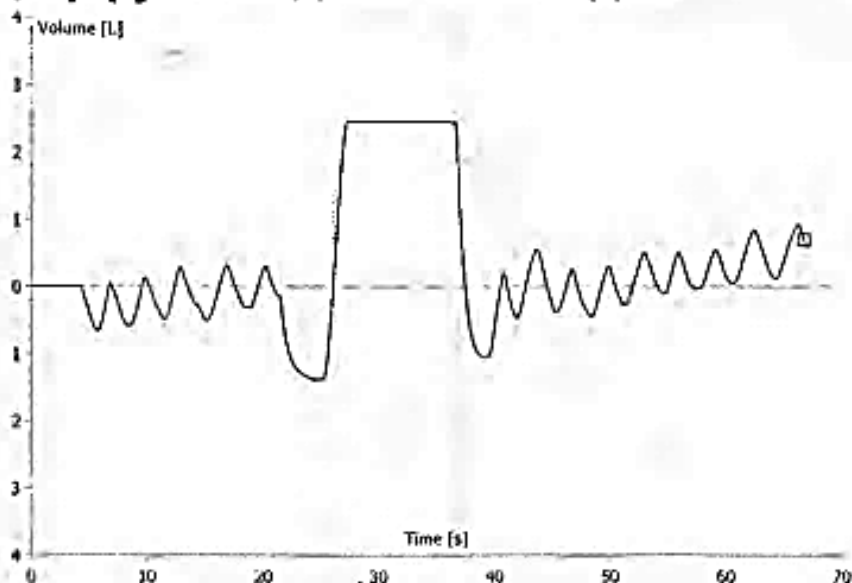
Снижение ДСЛ также наблюдается при заболеваниях сосудов легких (хроническая рецидивирующая ТЭЛА, идиопатическая легочная артериальная гипертензии, поражение легочных сосудов при системных заболеваниях соединительной ткани и васкулитах, анемии).

Повышение ДСЛ может наблюдаться при физической нагрузке, полицитемии, ожирении, астме, легочном кровотечении, внутрисердечных шунтах слева-направо, острой левожелудочковой недостаточности.

**УЗ "Минский городской
консультационно-диагностический центр"**

Фамилия: _____ Идентификатор: ПОО11081987
 Имя: _____
 ДР: 11.06.1987 Возраст: 28 Years
 Пол: male Рост: 176,0 cm
 Вес: 83,0 kg

Диффузия Одиночный Вдох



Дата	Долж	Понт1	%Понт1/Долж	Понт2	%Понт2/Долж	%Понт2/1
		130715				
DLCOSV	11.68	8.52	72.95			
Hb		14.70				
DLCOc	11.68	8.49	72.74			
VA	6.83	5.00	73.21			
KCOc	1.67	1.70	101.54			
RV-SB	1.69	1.31	77.38			
RV&TLC	24.88	25.24	101.47			
TLC-SB	6.98	5.18	74.26			
VIN	5.30	3.88	73.10			
TA		10.65				
FI He		9.30				
FA He		6.58				
FI CO		0.263				
FA CO		0.086				

Рис. 8. Протокол исследования диффузионной способности легких (ДСЛ)

ИМПУЛЬСНАЯ ОСЦИЛЛОМЕТРИЯ

Метод относительно новый, его достоинство заключается в том, что он не требует выполнения форсированного выдоха. Он напоминает метод перекрытия потока, однако физический смысл импульсной осциллометрии другой. Метод позволяет диагностировать бронхиальную обструкцию без активного участия пациента, требует только спокойного дыхания. Данная интересная опция может быть включена как в спирометрию, так и в бодиплетизмографию. Ограничений у данного метода очень мало: в частности, импульсная осциллометрия позволяет определить только один показатель, характеризующий бронхиальную проходимость.

САМОКОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

1. Обструктивный тип дыхательной недостаточности возникает

- а) при пневмосклерозе;
- б) при пневмонии;
- в) при переломе ребер;
- г) при параличе дыхательного центра;
- д) при бронхоспазме.

2. Рестриктивная дыхательная недостаточность развивается вследствие:

- а) диффузного фиброза легких;
- б) отека дыхательных путей;
- в) закупорки дыхательных путей;
- г) спазма гладких мышц бронхов,
- д) сдавления дыхательных путей.

3. Главным признаком нарушения вентиляции легких по рестриктивному типу является уменьшение:

- а) общей емкости легких;
- б) жизненной емкости легких;
- в) остаточного объема легких;
- г) форсированной жизненной емкости легких;
- д) объема форсированного выдоха за 1 сек.

4. Нарушение вентиляционной функции легких по рестриктивному типу лучше всего характеризует показатель:

- а) снижение диффузионной способности легких (ДСЛ);
- б) снижение общего бронхиального сопротивления (SR_{tot});
- в) низкие легочные объемы и емкости;
- г) нормальная величина теста Тиффно ($ОФВ1/ЖЕЛ\%$);
- д) повышение растяжимости легких.

5. О наличии бронхиальной обструкции свидетельствует величина показателя форсированного выдоха за 1 сек. (ОФВ1):

- а) 120 % (от должного);
- б) 100 % (от должного);
- в) 90 % (от должного);
- г) 82 % (от должного);
- д) 70 % (от должного).

6. Для выявления бронхоспазма холинергической природы используют аэрозоль, содержащий М-холинолитик:

- а) беротек; б) дитек; в) вентолин; г) атровент; д) бекотид.

7. Подросток обратился с жалобами на затрудненное дыхание после физической нагрузки (в первые 20 мин), при обследовании органов дыхания патологии не выявили, показатели легочной вентиляции в пределах возрастной нормы. Какое исследование дополнительно необходимо провести для исключения бронхолегочного заболевания?

- а) провокационную пробу с холодным воздухом;
- б) бронхолитическую пробу;
- в) исследование структуры общей емкости легких;
- г) пробу с физической нагрузкой;
- д) исследование газов крови.

8. При исследовании вентиляционной функции легких у пациента получены следующие показатели: ЖЕЛ — 64 % должной ЖЕЛ, ОФВ1 — 60 % должной ОФВ1, ОФВ1/ЖЕЛ — 92 %, ПОС — 96 % должной ПОС, МОС25 — 85 % должной МОС25, МОС50 — 70 % должной МОС50, МОС75 — 55 % должной МОС75, СОС25–75 — 60 % должной СОС25–75. Найдите верное заключение:

- а) умеренное нарушение бронхиальной проходимости, ЖЕЛ умеренно снижена;
- б) умеренное снижение ЖЕЛ. Четких данных за нарушение проходимости дыхательных путей нет. Можно предположить наличие рестриктивных нарушений. Для уточнения диагноза рекомендуется дополнительное исследование структуры общей емкости легких;
- в) умеренное нарушение вентиляции по рестриктивному типу;
- г) умеренное нарушение вентиляции по смешанному типу: умеренная рестрикция, умеренная обструкция;
- д) все показатели в норме.

9. Внешнее дыхание осуществляется посредством следующих механизмов:

- а) вентиляция;
- б) диффузия;
- в) перфузия;
- г) тканевое дыхание;
- д) транспорт газов крови.

10. Факторы, определяющие величину альвеолярной вентиляции:

- а) частота дыхания;
- б) дыхательный объем;
- в) функциональное мертвое пространство;
- г) общая емкость легких;
- д) жизненная емкость легких.

11. Дыхательный объем — это:

- а) объем воздуха, остающийся в легких после максимального выдоха;
- б) объем воздуха, который можно вдохнуть в легкие после спокойного вдоха;
- в) объем воздуха, который можно дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха;
- г) объем воздуха вдыхаемого или выдыхаемого при каждом дыхательном цикле.

12. Для выявления бронхиальной обструкции применяют следующие методы:

- а) реопульмография;
- б) электронная спирометрия;
- в) пульсоксиметрия;
- г) пикфлоуметрия;
- д) непрямая калориметрия.

13. Характерными для бронхиальной астмы нарушениями легочной функции являются:

- а) бронхиальная гиперреактивность;
- б) обратимая бронхиальная обструкция;
- в) повышение общего бронхиального сопротивления;
- г) рестриктивные расстройства внешнего дыхания;
- д) необратимая бронхиальная обструкция.

14. Проба с бронхолитическим препаратом считается положительной, если показатель ОФВ₁ увеличился:

- а) на 5 %; б) на 12–15 %; в) более 15 %; г) на 200 мл; д) на 100 мл.

15 Жизненная емкость легких — это:

- а) объем воздуха, остающийся в легких после спокойного выдоха;
- б) объем воздуха, содержащийся в легких на высоте максимального вдоха;
- в) максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после максимального вдоха;
- г) максимальное количество воздуха, который можно вдохнуть после спокойного выдоха.

Ответы: 1 — д; 2 — а; 3 — а; 4 — в; 5 — д; 6 — г; 7 — г; 8 — б; 9 — а, б, в; 10 — а, б, в; 11 — г; 12 — б, г; 13 — а, б, в; 14 — б, г; 15 — б.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. *Внутренние болезни* : учеб. В 2 т. / под ред. А. И. Мартынова [и др.]. М., 2001. Т. 1. 600 с.
2. *Внутренние болезни* : учеб. В 2 т. / под ред. А. И. Мартынова [и др.]. М., 2001. Т. 2. 648 с.
3. *Ройтберг, Г. Е.* Внутренние болезни / Г. Е. Ройтберг, А. В. Струтынский. М. : Бином, 2003. 856 с.
4. *Кривонос, П. С.* Функциональные методы исследования легких : учеб-метод. пособие / П. С. Кривонос, В. Л. Крыжановский, А. Н. Лаптев. Минск : БГМУ, 2009. 54 с.

Дополнительная

5. *Пульмонология* : клинические рекомендации / под ред. А. Г. Чучалина, М. М. Ильковича. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. 928 с.
6. *Гриппи, М. А.* Патология легких / М. А. Гриппи ; пер. с англ. М. : Восточная книжная компания, 1997. 344 с.
7. *Нормальная физиология для студентов, обучающихся по специальностям «Лечебное дело», «Педиатрия», «Медико-профилактическое дело»* / А. И. Кубарко [и др.]. Минск : БГМУ, 2014. 240 с.
8. *Савушкина, О. И.* Клиническое применение метода бодиплетизиографии / О. И. Савушкина, А. В. Черняк // Практическая пульмонология. 2013. № 2. С. 38–40.
9. *Неклюдова, Г. В.* Клиническое значение исследования диффузионной способности легких / Г. В. Неклюдова, А. В. Черняк // Практическая пульмонология. 2013. № 4. С. 15–18.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	3
Мотивационная характеристика темы.....	3
Основные понятия	5
Основы тестирования функции легких	6
Методы функционального исследования внешнего дыхания.....	6
Спирометрия.....	7
Пикфлоуметрия.....	16
Бодиплетизмография	17
Исследование диффузионной способности легких.....	20
Импульсная осциллометрия	24
Самоконтроль усвоения темы.....	24
Литература	27