П.В.Стручков

Контроль эффективности восстановительного лечения больных хронической обструктивной болезнью легких и бронхиальной астмой с использованием методов функциональной диагностики

Клиническая больница № 85 Федерального медико-биологического агентства; Институт повышения квалификации ФМБА России, Москва

P.V.Struchkov

Control of efficacy of rehabilitation of patients with chronic obstructive lung disease and asthma using functional diagnostic methods

В настоящее время заболеваемость болезнями системы органов дыхания занимает 1-е место у взрослого населения [1, 2], и рост заболеваемости продолжается [2]. Прежде всего это касается хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) и бронхиальной астмы (БА) [3]. Актуальными проблемами являются их ранняя диагностика и адекватное лечение.

Важным направлением лечения хронических заболеваний органов дыхания является использование методов восстановительного лечения, и по мере прогрессирования болезни роль этих методов возрастает [2, 4]. К основным задачам восстановительного лечения больных хроническими заболеваниями органов дыхания можно отнести улучшение дренажной функции бронхов, бронхиальной проходимости, микроциркуляции, коррекцию альвеолярной вентиляции, гипоксемии и гипоксии, модуляцию иммунного ответа. Эффективное проведение восстановительного лечения требует применения адекватных методов контроля функционального состояния системы органов дыхания.

Использование методов функциональной диагностики при поведении восстановительного лечения больных ХОБЛ и БА помогает при решении следующих задач:

- оценка исходного функционального состояния системы органов дыхания;
- выбор индивидуальных режимов использования методов восстановительного лечения;
- оценка адекватности воздействия однократной процедуры;
- оценка эффективности курса лечения;
- предупреждение возможных осложнений;
- обоснование механизмов действия методов восстановительного лечения.

Методы функциональной диагностики позволяют дать оценку вентиляции, газообмена в легких, легочной гемодинамики, а также оценить функциональные резервы системы дыхания.

Наиболее часто проводится исследование легочной вентиляции. Это связано, с одной стороны, с тем, что именно нарушения вентиляции проявляются наиболее рано и наиболее ярко при ХОБЛ и БА, при которых обструктивные нарушения вентиляционной функции лежат в основе заболевания [5]. С другой стороны, исследование вентиляции наиболее доступно, и наибольшее количество приборов, выпускаемых для функциональных исследований в пульмонологии, нацелены на оценку именно этой легочной функции.

Методы исследования легочной вентиляции

К методам исследования вентиляции относятся пикфлоуметрия, спирометрия, пневмотахография, исследование структуры общей емкости легких, а также методы изучения механики дыхания. Пикфлоуметрия является одним из важных методов контроля функционального состояния органов дыхания у больных БА в домашних условиях. Показатели пикфлоуметрии (значение пиковой скорости выдоха и суточного разброса значений показателей) помогают в определении степени тяжести заболевания [6] и являются одними из основных критериев тяжести БА.

Спирометрия предполагает оценку минимального количества показателей, таких как объем форсированного выдоха за 1-ю с (ОФВ₁), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), иногда жизненная емкость легких (ЖЕЛ) и пиковая скорость выдоха (ПСВ). Методика применяется обычно на этапах доврачебного обследования лиц, у которых подозреваются возможные нарушения со стороны органов дыхания. Методика доступна и недорога, однако позволяет выявить только выраженные нарушения вентиляции легких.

Пневмотахография позволяет провести измерение потоков, прежде всего при маневре форсированного выдоха (кривая "поток—объем"), рассчитать ос-

новные объемные показатели. Наглядное визуальное представление результатов облегчает оценку степени обструктивных нарушений. Метод позволяет выявлять бронхиальную обструкцию на ранних стадиях. Следует отметить, что наиболее рекомендуемый показатель ОФВ₁, который фигурирует в классификациях степени тяжести как ХОБЛ, так и БА [6, 7], является интегральным показателем, уменьшающимся при любых нарушениях вентиляции (как обструктивных, так и рестриктивных), но не всегда изменяющимся при начальных обструктивных нарушениях. Для выявления последних необходим анализ всех показателей кривой "поток–объем", структуры ЖЕЛ и, особенно, структуры общей емкости легких (ОЕЛ), объема закрытия и других показателей [8, 9].

Пример анализа показателей структуры ОЕЛ при проведении курса нормобарической гипокситерапии (НГТ) у больных с начальными стадиями ХОБЛ, не имевших признаков артериальной гипоксемии в состоянии покоя, представлен в табл. 1 [10, 11].

Повышенные значения остаточного объема легких (ООЛ) и ООЛ / ОЕЛ свидетельствуют об обструктивном синдроме (на что указывают сниженные значения ОФВ₁, ОФВ₁ / ЖЕЛ, СОС_{25–75}), который может быть обусловлен у больных ХОБЛ как воспалительным процессом в бронхах (обратимый компонент обструкции), так и эмфиземой легких (необратимый компонент обструкции). Уменьшение ООЛ и ООЛ / ОЕЛ при нормальных значениях ОЕЛ после курса НГТ свидетельствует об уменьшении выраженности гиперинфляции легких вследствие улучшения бронхиальной проходимости. Об этом свидетельствует и увеличение ФЖЕЛ, ОФВ₁ и ОФВ₁ / ЖЕЛ. Эти изменения способствовали улучшению газообмена в легких, что проявилось увеличением РаО₂ с $75,2 \pm 0,7$ до $81,9 \pm 0,5$ мм рт. ст. ($p < 0,05$). В контрольной группе таких изменений выявлено не было [11]. Следует подчеркнуть, что изменение структуры ОЕЛ позволяет более достоверно различать обструктивные и рестриктивные нарушения, чем наиболее часто определяемые пневмотахографические показатели и величина ЖЕЛ.

Большинство показателей, регистрируемых при проведении спирометрии и пневмотахографии, за-

висит от правильности выполнения дыхательных маневров испытуемым пациентом. Иногда, например, при тяжелом состоянии больного, у лиц ослабленных, пожилого возраста или при заинтересованности пациента в результатах исследования, выполнение форсированных дыхательных маневров затруднено. Это может привести к искажению результатов исследования. Поэтому представляется важным использование методик функционального исследования, которые бы минимально зависели от субъективного фактора со стороны испытуемого. К таким методикам относятся определение ООЛ и структуры ОЕЛ (например, с использованием конвекционных методов), а также методы изучения механики дыхания [8, 9]. Затрудняют широко внедрение этих методик их относительная дороговизна и малая доступность соответствующей аппаратуры для широкой клинической практики.

Методы исследования легочного газообмена

Методы исследования легочного газообмена выявляют нарушения газового состава альвеолярного газа, соотношение вентиляции альвеол, перфузии на уровне альвеол и диффузии газов (кислорода и углекислого газа) через альвеолокапиллярную мембрану. Нарушение этих процессов закономерно приводит к артериальной гипоксемии. Поэтому уровень парциального напряжения кислорода в артериальной крови может служить интегральным показателем эффективности легочного газообмена.

Поскольку в практике восстановительной медицины преобладают неинвазивные методы диагностики, то уровень артериализации крови обычно оценивается с помощью пульсоксиметрии. Особенно удобен метод при проведении нагрузочных тестов и наблюдении за динамикой насыщения крови кислородом (SpO₂). Это может быть полезным при выборе тех или иных режимов тренирующего воздействия. Как пример использования пульсоксиметрии в восстановительной медицине можно привести его использование при проведении процедур интервальной гипоксической тренировки [10]. По результатам непрерывной регистрации SpO₂ во время ингаляции

Таблица 1
Показатели внешнего дыхания у больных ХОБЛ в основной (под влиянием НГТ) и контрольной группах ($M \pm m$)

Показатель, %долж.	Основная группа (n = 12)		Контрольная группа (n = 10)	
	исходно	после лечения	исходно	после лечения
ОФВ ₁	60,0 ± 4,3	72,0 ± 2,5*	68,0 ± 3,1	69,8 ± 5,2
ФЖЕЛ	65,1 ± 4,8	79,6 ± 3,8*	72,1 ± 1,2	86,6 ± 4,8*
ОФВ ₁ / ЖЕЛ, %	67,4 ± 3,6	84,6 ± 1,1*	65,1 ± 2,6	68,4 ± 4,6
СОС _{25–75}	46,4 ± 2,1	48,8 ± 2,7	38,5 ± 1,9	40,7 ± 6,2
ОЕЛ	98,2 ± 3,4	97,9 ± 3,1	102,4 ± 3,6	103,4 ± 3,7
ООЛ	124,4 ± 4,9	113,5 ± 4,8*	130,6 ± 6,8	130,3 ± 6,1
ООЛ / ОЕЛ, %	38,6 ± 1,5	35,2 ± 1,3*	38,4 ± 2,8	37,8 ± 2,5

Примечание: * — достоверность различия показателей до и после курса лечения ($p < 0,05$).

гипоксической газовой смеси, содержащей 12 об.% кислорода, были выделены различные типы кривых дезоксигенации крови: с быстрым снижением показателя SpO_2 и медленным его снижением [10, 11]. В 1-м случае отмечалось снижение SpO_2 с 98 до 75–80 % за 4–5 мин, во 2-м — с 98 до 85–87 % за 7–9 мин. У здоровых лиц скорость дезоксигенации зависела от особенностей регуляции дыхания, а у больных ХОБЛ — кроме того, и от выраженности бронхиальной обструкции. Так, чем более выраженной были обструктивные нарушения, тем быстрее происходило снижение SpO_2 . Эти закономерности необходимо учитывать при проведении гипоксических тренировок, поскольку в случае быстрой дезоксигенации возможно быстрое достижение критического уровня SpO_2 и последующей декомпенсированной гипоксии [12].

Важным показателем, характеризующим особенности газообмена в легких, является показатель равномерности распределения вентиляции и кровотока в легких. Качественно это может быть оценено с помощью капнографии. Метод позволяет также, с определенными ограничениями, оценить величину концентрации углекислого газа в альвеолярном пространстве ($F_{et}CO_2$) и, тем самым, оценить адекватность альвеолярной вентиляции уровню метаболизма в организме на момент проведения исследования. С помощью капнографии оценивается также величина "мертвого" пространства, т. е. объема вдыхаемого воздуха, не участвующего в газообмене. Как пример использования этого метода в практике восстановительной медицины можно привести контроль с помощью капнографических показателей изменений газообмена при дыхательной гимнастике у больных БА [11].

У больных БА часто встречается альвеолярная гипервентиляция, характеризующаяся снижением концентрации углекислого газа в альвеолах < 5 об.%. При этом у больных в фазу обострения она отмечена в 62 % случаев, а в фазу ремиссии — в 42 %. Для сравнения: у больных ХОБЛ в фазу ремиссии она была отмечена в 8 % случаев. Изменения показателей капнограммы и МОД под влиянием различных режимов дыхания (режима произвольной гипервентиляции и режима волевого подавления гипервентиляции) представлены в табл. 2.

Обращает на себя внимание тот факт, что спокойное дыхание у больных БА характеризуется повы-

шенным значением МОД (в среднем — 12,5 л / мин), снижением концентрации CO_2 в альвеолах (в среднем — 4,7 об.%) и неравномерным распределением вентиляции и кровотока в легких (увеличение показателя $\Delta PCO_2 / \Delta t > 4$ мм рт. ст. / с). Режим гипервентиляции приводит к еще более выраженным нарушениям указанных показателей, а режим подавления гипервентиляции со снижением МОД до 7,5 л / мин приводил к нормализации концентрации CO_2 в альвеолах и показателя $\Delta PCO_2 / \Delta t$. Таким образом, коррекция гипервентиляции с помощью дыхательной гимнастики позволяет улучшить условия газообмена в легких, а метод капнографии помогает в индивидуальном контроле эффективности этой гимнастики. Для повышения действенности дыхательных упражнений иногда используются устройства, создающие сопротивление на выдохе (например, тренажер модели И.А.Люкевича). Его использование позволяет еще в большей степени уменьшить проявления альвеолярной гипервентиляции [13].

Методы оценки легочной гемодинамики

Изучение легочной гемодинамики с помощью неинвазивных методов подразумевает оценку величины давления в сосудах малого круга кровообращения и функционального состояния правых отделов сердца. Наиболее полную информацию об этих показателях на основе использования неинвазивных методик можно получить с помощью эхокардиографии (ЭхоКГ). Метод дает возможность косвенной оценки величины давления в легочной артерии (ДЛА), измерения морфологических параметров легочной артерии и правых отделов сердца (выявление дилатации камер), толщины передней стенки правого желудочка (ее увеличение отражает гипертрофию этого отдела сердца), оценки систолической и диастолической функций правого желудочка, величины давления в правых камерах сердца. Как пример использования ЭхоКГ приводится контроль показателей гемодинамики малого круга кровообращения у больных ХОБЛ с признаками хронического легочного сердца на фоне комплексного лечения с использованием внутривенной озонотерапии [11]. После курса лечения у больных ХОБЛ отмечено уменьшение исходно повышенного среднего ДЛА с $35,9 \pm 9,8$ до $23,1 \pm 7,1$ мм рт. ст. ($p < 0,05$). При этом происходило улучшение показателей диастолической функции право-

Таблица 2
Сравнение показателей легочной вентиляции, $F_{et}CO_2$ и степени неравномерности распределения вентиляции и кровотока в легких ($\Delta PCO_2 / \Delta t$) при обычном дыхании, гипо- и гипервентиляции у больных БА ($n = 16$), ($M \pm m$)

Показатель	Гиповентиляция	Спокойное дыхание	Гипервентиляция	p_{1-2}	p_{2-3}
$F_{et}CO_2$, об. %	$5,3 \pm 0,3$	$4,7 \pm 0,3$	$3,2 \pm 0,2$	0,0431	0,0431
$\Delta PCO_2 / \Delta t$, мм рт. ст. / с	$3,6 \pm 0,4$	$4,8 \pm 0,5$	$5,2 \pm 0,7$	0,0464	0,3455
МОД, л / мин	$7,5 \pm 0,8$	$12,5 \pm 1,4$	$40,1 \pm 4,3$	0,0007	0,0007
ЧД, 1 / мин	$11,5 \pm 1,1$	$16,5 \pm 1,1$	$25,1 \pm 2,7$	0,0009	0,0090
ДО, л	$0,60 \pm 0,05$	$0,68 \pm 0,05$	$1,62 \pm 0,13$	0,0712	0,0022

го желудочка: увеличение соотношения пиков E : A транстрикуспидального потока с $0,8 \pm 0,2$ до $1,0 \pm 0,1$ ($p < 0,05$).

Важно отметить, что при этом не отмечалось увеличения объема легочного шунта, что можно было бы ожидать при уменьшении давления в малом круге кровообращения в отсутствии адекватного улучшения альвеолярной вентиляции.

Использование нагрузочных тестов

Использование нагрузочных тестов помогает в выявлении функциональных резервов систем органов дыхания и кровообращения. К нагрузочным тестам можно отнести тест с максимальной вентиляцией легких. Он используется, главным образом, в спортивной медицине и в других случаях при обследовании здоровых пациентов, т. к. проведение его у больных с обструктивным синдромом, прежде всего при БА, чревато развитием бронхоспазма.

Тесты с физической нагрузкой могут включать в себя контроль минимального набора параметров, например, максимальной дистанции, проходимой за 6 мин, либо сложные тесты, предполагающие анализ газообмена во время нагрузочного теста. В 1-м случае кроме измерения дистанции, проходимой пациентом по коридору за 6 мин, могут быть измерены частота пульса и дыхания, показатели пикфлоуметрии, пульсоксиметрии и другие до и после теста. Особенно информативно проведение теста в динамике в процессе восстановительного лечения.

Более сложные тесты подразумевают исследование легочного газообмена, кардиологических показателей, набор которых диктуется конкретной клинической ситуацией. Исследование потребления кислорода и выделения углекислого газа при нагрузке проводится при спироэргометрии. Расчет показателей, таких как кислородный долг, коэффициент восстановления и ряд других, позволяет получить информацию о функциональных возможностях системы дыхания и кровообращения.

Как пример использования спироэргометрии для контроля эффективности восстановительного лечения можно привести результаты этого исследования до и после курса нормобарической гипокситера-

пии (НГТ) у больных ХОБЛ с начальными проявлениями дыхательной недостаточности без признаков гипоксемии в состоянии покоя [14]. Результаты представлены в табл. 3.

Было выявлено, что после курса НГТ у больных увеличилась переносимость физической нагрузки (показатель PWC вырос на 30 %), снизились кислородный долг (КД) и время восстановления ($T_{\text{восст.}}$), увеличились коэффициент восстановления (КВ) и расчетные величины максимального потребления кислорода (МПК) и КПД выполнения нагрузки, что свидетельствует о более экономичной работе кардиореспираторной системы. Интересно, что эти изменения напоминают таковые, возникающие при физических тренировках. В контрольной группе больных, получавших только медикаментозную терапию, изменения спироэргометрических показателей не выявлены, или они были значительно менее выражены.

Кроме того, тесты с физической нагрузкой помогают в выявлении ведущего звена, лимитирующего переносимость физических нагрузок — системы органов дыхания или кровообращения [15].

Таким образом, методы функциональной диагностики играют важную роль при составлении индивидуальных программ восстановительного лечения больных с хроническими заболеваниями органов дыхания, позволяя выбрать оптимальные режимы лечебного воздействия, оценить эффективность лечения, прогнозировать развитие возможных осложнений.

Литература

1. Государственный доклад о состоянии здоровья населения Российской Федерации в 2003 году. М.: МЗ и СР РФ, РАМН; 2004.
2. Чучалин А.Г. Белая книга. Пульмонология. Россия 2003. М.; 2003.
3. Хронические обструктивные болезни легких. Федеральная программа. М.: МЗ РФ, Всероссийское науч. об-во пульмонологов; 1999.
4. Чучалин А.Г. Концепция развития пульмонологической помощи населению Российской Федерации (2004–2008). Пульмонология 2004; 1: 34–37.
5. Чучалин А.Г., Айсанов З.Р., Калманова Е.Н. Функциональный диагноз у больных хронической обструктив-

Таблица 3

Динамика показателей нагрузочных тестов у больных основной (получавшей НГТ) и контрольной групп больных ХОБЛ до и после лечения ($M \pm m$)

Показатель	Основная группа (n = 22)		Контрольная группа (n = 20)	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
КВ, отн. ед.	$3,13 \pm 0,16$	$4,46 \pm 0,19^*$	$3,92 \pm 0,24$	$3,36 \pm 0,15^*$
КПД, %	$15,5 \pm 0,9$	$20,2 \pm 0,9^*$	$17,2 \pm 0,2$	$16,8 \pm 0,8$
КД, мл O ₂	1006 ± 95	$632 \pm 47^*$	681 ± 71	696 ± 54
$T_{\text{восст.}}, \text{ с}$	$3,29 \pm 0,24$	$2,16 \pm 0,09^*$	$2,78 \pm 0,17$	$2,90 \pm 0,14$
PWC, Вт	$100,9 \pm 7,2$	$133,5 \pm 7,4^*$	$84,0 \pm 5,5$	$85,5 \pm 5,9$
МПК, л / мин	$1,08 \pm 0,05$	$1,21 \pm 0,04^*$	$1,00 \pm 0,03$	$0,99 \pm 0,03$

Примечание: * — достоверность различия показателей до и после лечения ($p < 0,05$).

- ной болезнью легких. В кн.: Чучалин А.Г. (ред.) Хронические обструктивные болезни легких. М.: Бином; 2000. 130–144.
6. Глобальная стратегия лечения и профилактики бронхиальной астмы. Национальный институт здоровья США. Национальный институт сердца, легких и крови. Пересмотр 2002 г. М.: Атмосфера; 2002.
 7. Глобальная стратегия диагностики, лечения и профилактики хронической обструктивной болезни легких. Пересмотр 2003 г. М.: Атмосфера; 2003.
 8. *Гриппи М.А.* Патофизиология легких: Пер. с англ. М.: Бином; 1997.
 9. *Уест Дж.* Физиология дыхания. Основы: Пер. с англ. М.: Мир; 1988.
 10. *Александров О.В., Стручков П.В., Тыкоцкая М.А. и др.* Клинико-функциональный эффект курса интервальной нормобарической гипокситерапии у больных хроническим обструктивным бронхитом и бронхиальной астмой. Тер. арх. 1999; 3: 28–32.
 11. *Стручков П.В.* Физические факторы в коррекции гипоксических нарушений у больных хроническим обструктивным бронхитом и бронхиальной астмой: Дис. ... д-ра мед. наук. М.; 2004.
 12. *Колчинская А.З., Хацуков Б.Х., Закусило М.П.* Кислородная недостаточность, деструктивное и конструктивное действие. Нальчик; 1999.
 13. *Стручков П.В., Короткова Е.С., Люкевич И.А.* Применение регулятора дыхания в комплексном лечении больных бронхиальной астмой. Рос. мед. журн. 2001; 2: 33–37.
 14. *Александров О.В., Винницкая Р.С., Дывыдов Э.Г., Стручков П.В.* Применение нормобарической гипоксии в комплексном лечении больных хроническим бронхитом. Тер. арх. 1991; 3: 96–100.
 15. *Айсанов З.Р.* Механизмы ограничения физической работоспособности у больных хроническими обструктивными заболеваниями легких: Дис. ... д-ра мед. наук. М.; 1994.

Поступила 28.06.05

© Стручков П.В., 2005

УДК [616.248+616.24-036.12]-072.7