

© Соколов А.В., Гармаш В.Я., Вулех В.М., Сигаев А.А., Якушина М.С., 2004  
УДК 616.233 – 007.271-037

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ И ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ ОБСТРУКТИВНЫМ БРОНХИТОМ**

*А.В. Соколов, В.Я. Гармаш, В.М. Вулех, А.А. Сигаев, М.С. Якушина*

Рязанский государственный медицинский университет  
имени академика И.П.Павлова

**В работе представлены результаты исследований гемодинамического и вентиляционного резервов при нагрузочных тестах у 124 больных хроническим обструктивным бронхитом (ХОБ).**

**Полученные данные в сочетании с исследованием состояния системных неспецифических механизмов адаптации организма позволили предложить новые интегральные показатели, уравнения и номограммы для прогнозирования физической работоспособности больных ХОБ.**

Среди современных методов исследования заболеваний дыхательной системы в последнее время все большее внимание уделяется эндоскопическим и томографическим, в то время как достаточно известные реографические методы незаслуженно уходят на второй план.

Несмотря на большое количество работ, посвященных диагностике функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем при патологии респираторной системы, взаимоотношения показателей состояния этих систем у больных хроническим обструктивным бронхитом (ХОБ) остаются недостаточно изученными и нуждаются в дальнейших исследованиях [5].

Важное значение при ХОБ имеет состояние резервных возможностей организма в целом, которое может быть оценено по величине показателя активности регуляторных систем (ПАРС) организма, отражающего состояние системных неспецифических механизмов адаптации (СНМА), что также требует

дальнейшего изучения [1, 3, 4].

При всей важности нагрузочных тестов в пульмонологии, в клинической практике эти методы используются недостаточно, и в большинстве случаев применяются рутинные методы исследования функции внешнего дыхания (ФВД) [2, 6, 7].

Целью и задачами настоящей работы явилось исследование возможностей реографических методов и методики математического анализа сердечного ритма (МАСР) в диагностике состояния и прогнозировании физической работоспособности у больных хроническим обструктивным бронхитом (ХОБ).

### **Материалы и методы**

Обследовано 124 больных мужчин хроническим обструктивным бронхитом в возрасте от 18 до 63 лет (средний возраст  $44,18 \pm 1,72$  года).

В соответствии с поставленными задачами исследования в зависимости от выраженности бронхообструкции и степени дыхательной недостаточности

(ДН) больные были условно разделены на 3 группы:

1-я - 64 больных в возрасте от 18 до 52 лет (средний возраст =  $35,3 \pm 4,2$  года) с умеренной бронхообструкцией и признаками ДН<sub>0</sub>.

2-я - 44 больных в возрасте от 29 до 60 лет (средний возраст =  $43,4 \pm 4,4$  года) с умеренной бронхообструкцией и признаками ДН<sub>I</sub>.

3-я - 16 больных в возрасте от 35 до 63 лет (средний возраст =  $52,63 \pm 1,05$  года) со значительными изменениями ФВД по обструктивному типу и признаками ДН<sub>II</sub>.

Контрольную группу составили 16 здоровых, нетренированных мужчин в возрасте от 17 до 47 лет (средний возраст =  $36,5 \pm 3,3$  лет).

Для объективизации функционального состояния больных им проводилось комплексное инструментальное исследование, включающее изучение функции внешнего дыхания, газообмена, регуляции дыхания, периферической, церебральной, легочной и системной гемодинамики в покое и при нагрузочных тестах.

Толерантность к физической нагрузке (ТФН – Вт/кг) определялась с помощью ножного велоэргометра механического типа фирмы «Tunturi» в положении пациента сидя при педальировании 60 об/мин. Для определения ТФН использовалась методика ступенчатой непрерывно возрастающей нагрузки [2, 6, 7] с одновременной регистрацией параметров вентиляции.

Гиперкапнически-гипоксический тест (ГГТ) осуществлялся методом возвратного дыхания. Использовался комплекс аппаратуры, состоящий из серийного отечественного спирографа «МЕ-

ТАТЕСТ-2», малоинерционного газоанализатора углекислоты «НОРМО-КАП» и кислородного монитора (оба прибора фирмы «DATEX»).

Гипервентиляционный (ГТ) тест выполнялся следующим образом: после записи исходной капнограммы, показателей вентиляции, полиреограммы и ЭКГ пациентом осуществлялось глубокое и частое дыхание в респираторную маску в течение 1 мин, после чего проводилось повторное определение вышеуказанных показателей.

Исследование гемодинамики проводилось полиреографическим методом с помощью отечественного реографа Р-4-02 на нейрополиграфе «BIOSCRIPT» (ГДР). Синхронно осуществлялась регистрация тетраполярной грудной реограммы, тетраполярной реопульмонограммы, фронтоастиоидального отведения биполярной реоэнцефалограммы и биполярной реовазограммы указательного пальца при скорости движения диаграммной ленты 60 мм/сек.

У всех обследуемых проведена оценка состояния СНМА методом МАСР в покое по алгоритму Р.М. Баевского, 1984 [1].

Результаты исследования обработаны вариационно-статистическим методом.

### Результаты и их обсуждение

При оценке взаимоотношений респираторных и гемодинамических показателей у больных ХОБ в динамике были исследованы величины минутного объема крови (МОК) и минутного объема дыхания (МОД), а также изменения данных показателей в результате нагрузочных тестов ( $\Delta\text{МОД}\%$  и  $\Delta\text{МОК}\%$ ), определяемые как:

$$\Delta\text{МОД}\% = \frac{\text{МОД}_2 - \text{МОД}_1}{\text{МОД}_2} \times 100\% \text{ и } \Delta\text{МОК}\% = \frac{\text{МОК}_2 - \text{МОК}_1}{\text{МОК}_2} \times 100\%,$$

где МОД<sub>1</sub> и МОК<sub>1</sub> – исходные величины, МОД<sub>2</sub> и МОК<sub>2</sub> – величины в конце пробы.

Данные показатели составили: в контрольной группе ΔМОД при гипервентиляционном тесте 84,61 ± 3,57%, гиперкапнически-гипоксическом тесте 83,42 ± 2,63%, при физической нагрузке 84,67 ± 3,08%; ΔМОК соответственно 20,25 ± 2,21%, 45,69 ± 3,82% и 60,76 ± 3,11%; в 1-й группе ΔМОД соответственно 75,22 ± 4,0%, 65,72 ± 3,93%, 74,67 ± 2,40%; ΔМОК 15,26 ± 6,34%, 20,04 ± 3,49%, 44,76 ± 2,79%; во 2-й группе соответственно ΔМОД 60,40 ± 3,14%, 63,38 ± 3,54%, 68,09 ± 2,75%; ΔМОК

13,59 ± 4,68%, 18,54 ± 4,16%, 43,31 ± 3,46%; в 3-й группе соответственно ΔМОД 47,86 ± 4,14%, 60,73 ± 3,34%, 65,77 ± 3,52% и ΔМОК соответственно 13,37 ± 4,18%, 18,02 ± 3,42%, 35,73 ± 3,49%. Т.е. результаты этих исследований свидетельствуют о том, что эти показатели (называемые иначе “коэффициентами резерва”) являются аналогичными при физической нагрузке и гипервентиляционном тесте.

В настоящей работе было также исследовано соотношение показателей: ΔМОК%/ΔМОД%, названное нами кардиореспираторным индексом (КРИ) при различных нагрузочных тестах (табл. 1).

Таблица 1

Величина показателя ΔМОК%/ΔМОД% при нагрузочных тестах (М ± m)

| Группа<br>Тест | Контрольная | 1-я         | 2-я         | 3-я         |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ГТ             | 0,267±0,033 | 0,203±0,035 | 0,225±0,042 | 0,278±0,024 |
| р              |             | < 0,05      | > 0,05      | > 0,05      |
| ГТТ            | 0,547±0,022 | 0,292±0,029 | 0,305±0,023 | 0,296±0,028 |
| р              |             | < 0,001     | < 0,001     | < 0,001     |
| ФН             | 0,717±0,021 | 0,599±0,017 | 0,636±0,040 | 0,693±0,031 |
| р              |             | < 0,01      | < 0,05      | > 0,05      |

Анализ полученных данных показал, что КРИ является весьма чувствительным параметром, отражающим степень участия и долю дыхательной и сердечно-сосудистой систем у больных ХОБ при отсутствии патологии сердечно-сосудистой системы в адаптационных процессах. Величина данного показателя оказывается тем выше, чем большая доля участия в адаптации при-

ходит на сердечно-сосудистую систему или же при снижении доли участия дыхательной системы. Наоборот, чем меньше значения показателя ΔМОК%/ΔМОД%, тем большее участие в адаптационных процессах принимает респираторная система и (или) в меньшей степени реагирует сердечно-сосудистая система.

Тесная корреляция показателей

ТФН и КРИ при гипервентиляционном тесте, а также отсутствие необходимости применения специальной дорогостоящей аппаратуры позволяют использовать данный тест для косвенного определения ТФН у больных ХОБ. Для этого возможно использование уравнений зависимости величины ТФН от величины КРИ или же специальных номограмм (рис. 1).

При определении величины ФР при ХОБ на представленной номограмме значения КРИ гипервентиляционного теста представляют собой точку на кри-

вой, через которую с оси  $x$  восстанавливается перпендикуляр до пересечения с кривой значений ТФН. При этом точка пересечения соответствует значениям ТФН на оси  $y$ . Величина ошибки при данной методике составляет 2,29%, что свидетельствует о приемлемости ее для прогнозирования физической работоспособности у тех больных ХОБ, которые по каким-либо причинам не могут выполнять тест с велоэргометрической нагрузкой (заболевания сосудов конечностей, ампутация нижней конечности и т.п.).

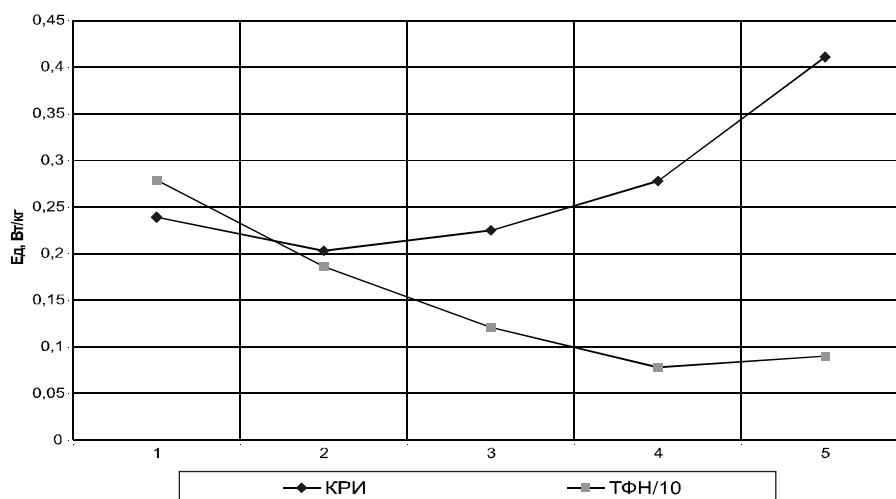


Рис. 1. Номограмма 1 для прогнозирования ФР по величине КРИ при гипервентиляционном тесте у больных ХОБ.

При исследовании состояния СНМА организма по величине ПАРС было выявлено, что степень их напряжения прогрессивно увеличивается по мере нарастания степени бронхообструкции и признаков дыхательной недостаточности. В работе были рассмот-

рены взаимоотношения показателей, характеризующих резервные возможности организма. При этом, в частности, было выявлено, что у больных ХОБ между величиной ТФН и изменениями ПАРС и КРИ существует высокая обратная корреляционная связь (табл. 2).

Таблица 2

Взаимоотношения ТФН и показателей ПАРС и КРИ у больных ХОБ ( $M \pm m$ )

| Показатель<br>Группа | ТФН             | ПАРС <sub>покоя</sub> | КРИ               |
|----------------------|-----------------|-----------------------|-------------------|
| Контрольная (1)      | $2,79 \pm 0,11$ | $1,12 \pm 0,14$       | $0,717 \pm 0,021$ |
| 1-я (2)              | $1,86 \pm 0,21$ | $2,93 \pm 0,29$       | $0,599 \pm 0,017$ |
| 2-я (3)              | $1,21 \pm 0,17$ | $4,11 \pm 0,18$       | $0,636 \pm 0,040$ |
| 3-я (4)              | $0,78 \pm 0,14$ | $5,01 \pm 0,23$       | $0,693 \pm 0,031$ |
| $P_{1-2}$            | $< 0,01$        | $< 0,001$             | $< 0,01$          |
| $P_{1-3}$            | $< 0,001$       | $< 0,001$             | $< 0,05$          |
| $P_{1-4}$            | $< 0,001$       | $< 0,001$             | $> 0,05$          |
| $P_{2-3}$            | $< 0,05$        | $< 0,01$              | $> 0,05$          |
| $P_{2-4}$            | $< 0,001$       | $< 0,001$             | $< 0,01$          |
| $P_{3-4}$            | $< 0,05$        | $< 0,01$              | $> 0,05$          |

Представленные данные также могут быть использованы для прогнозирования величины физической работоспособности у больных ХОБ, для чего воз-

можно применение соответствующих уравнений или же номограммы 2 (рис. 2), расчеты которой производятся аналогично номограмме 1.

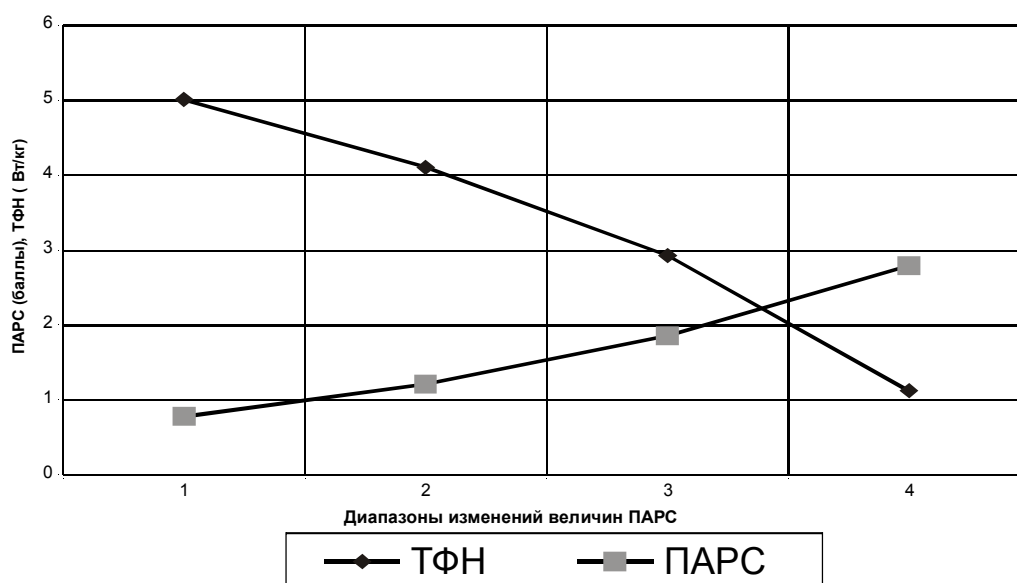


Рис. 2. Номограмма 2 для прогнозирования величины ТФН по величинам ПАРС у больных ХОБ.

Таким образом, в работе показано, что у больных ХОБ по мере прогрессирования бронхообструктивного синдрома и ДН выявляются различной степени выраженности изменения центральной гемодинамики. Эти изменения более объективно проявляются в условиях полиреографического исследования с синхронной регистрацией показателей и применением нагрузочных тестов. Данный методический прием в сочетании с исследованием параметров вентиляции и СНМА позволил выявить взаимосвязь между показателями вентиляционного и гемодинамического резервов и предложить новые интегральные показатели, формулы и номограммы для прогнозирования физической работоспособности больных ХОБ. Эти диагностические исследования могут быть использованы в практике работы пульмонологических кабинетов лечебно-профилактических учреждений для экспертной оценки функционального состояния больных ХОБ и разработки реабилитационных программ.

#### **Выводы**

1. Состояние системных неспецифических механизмов адаптации и резервные возможности организма у больных ХОБ обусловлены степенью выраженности бронхиальной обструкции: по мере её прогрессирования степень напряжения СНМА нарастает, а резервные возможности организма снижаются.
2. У больных ХОБ существует тесная взаимосвязь между состоянием ФВД, системной гемодинамики, уровнем резервных возможностей кардиореспираторной системы и степенью напряжения СНМА.
3. Оценку состояния кардиореспираторной системы больных ХОБ

можно оптимизировать, используя разработанный интегральный показатель – кардиореспираторный индекс (КРИ). Он позволяет прогнозировать физическую работоспособность у больных ХОБ в условиях теста с произвольной минутной гипервентиляцией. Корректность использования КРИ подтверждается его высокой корреляцией и математически выражаемой взаимосвязью с уровнем толерантности к физической нагрузке и величинами ПАРС покоя.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Автоматизированная система для оценки функционального состояния организма с использованием микро-ЭВМ / Р.М. Бавевский, А.П. Берсенева, Е.А. Карманова и др. // Применение математических методов и ЭВМ в здравоохранении. - Воронеж, 1986. - С. 25-26.
2. Гендлин Г.Е. Гемодинамика и толерантность к физической нагрузке у больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких / Г.Е. Гендлин, А.А. Карабиненко, Б.В. Киркин // Воен.-мед. журн. - 1986. - №3. - С. 22-26.
3. Значение кардиореспираторного индекса в оценке физической работоспособности больных хроническим обструктивным бронхитом / В.М. Вулех, А.В. Соколов, М.С. Якушина, А.А. Сигаев // Актуальные вопросы в клинике внутренних болезней: Сб. науч. тр. / Под ред. проф. С.С. Якушина. - М., 2001. - С. 66-70.
4. Соколов А.В. Взаимосвязь физической работоспособности и вентиляторной чувствительности к гиперкапническому стимулу больных хроническим бронхитом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук / А.В. Соколов. - Рязань, 1988.
5. Чучалин А.Г. Хронические обструктивные болезни легких / А.Г. Чучалин. - М.: ЗАО "Изд-во БИНОМ", 1999. - 510 с.

6. Sergusels R. Respiratory drive during exercise in chronic obstructive lung disease / R. Sergusels, A. Van Meerhaeghe, G. Scano // Clin. Resp. Physiol. - 1981. - Vol.17. - P. 755-766.
7. Wegner R.E. Factor analysis of exercise capacity, dyspnoea rating and lung function in patients with severe COPD / R.E. Wegner, R.A. Jorres, D.K. Kirsten // The Europ. Resp. Journal. - 1994. - Vol. 7, N5. - P. 725-729.

**THE OPTIMUM ASSESMENT AND POSSIBILITY OF PREDICTING THE EXERCISE CAPACITY IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE BRJNCHITIS (COB)**

A.V. Sokolov, V.Y. Garmash, V.M. Vuleh, A.A. Sigaev, M.S. Yakushina

**In this study the authors evaluated the hemodynamic and ventilatory rezerves during exercise testing in 124 patients with COB.**

**These data combining with system nonspecific adaptation mechanism assessment suggest new integral parameters, equations and nomogramms for prognosis of exercise tolerans in patients with COB.**