

УДК 612.121.2+616.2

Индивидуальная реактивность системы дыхания человека и ее оценка

В. А. Березовский, Т. В. Серебровская

Учение о реактивности как о форме изменения жизнедеятельности организма в окружающей среде в результате различных воздействий в значительной мере сложилось и получило развитие в трудах отечественных ученых [3, 9].

Однако в литературе нет единого мнения о том, как можно количественно оценивать индивидуальную реактивность. В частности, Акинщикова [2] предлагает формулу для расчета коэффициента реактивности, по которой он равен разности между исходным значением показателя и максимально возможным при каком-либо воздействии, деленной на исходное значение. Но этот показатель количественно характеризует лишь отдельную реакцию на определенный раздражитель, а не общую реактивность. Оценка реактивности по силе или скорости ответной реакции на один какой-либо раздражитель всегда создает неуверенность в том, что оценивается именно общая неспецифическая реактивность, а не специфический ответ на применяющийся раздражитель [5].

Для описания индивидуальной реактивности Копанев и Власов [5] предложили использовать точку пересечения индивидуальной линии регрессии изучаемого процесса со средней по совокупности линий. Если положение этой точки в индивидуальном ряду исходных значений типично для изучаемой выборки, то организм следует отнести к «нормореактивным». Однако при этом авторы справедливо подчеркивают, что существенную проблему составляет разделение стойких особенностей организма и временных изменений. Следовательно, вопрос о том, как оценивать индивидуальную реактивность, встречает существенные трудности и вызывает необходимость искать универсальные критерии оценки.

Весомую помощь в решении этого вопроса может оказать поиск наиболее жестко генетически детерминированных признаков, способных играть роль маркеров, показателей реактивности. Результаты, полученные при исследовании реактивности дыхательной системы моно- и дизиготных близнецов, показали, что среди показателей, характеризующих деятельность дыхательной системы, наибольшим влиянием генотипа подвержена чувствительность к гиперкапническому стимулу [7]. Установлено, что этот показатель тесно коррелирует с показателями, характеризующими деятельность различных функциональных систем организма (дыхательной, сердечно-сосудистой, физиологической системой соединительной ткани, др.), некоторыми показателями высшей нервной деятельности (функциональной подвижностью нервных процессов, скоростью переработки информации) и может быть использован для характеристики общей неспецифической реактивности организма [6, 8]. Количественной мерой реакции на гиперкапнический стимул принято считать изменение вентиляции легких при дозированном изменении парциального давления CO_2 в альвеолярном воздухе ($p_{\text{A}}\text{CO}_2$). Самым распространенным тестом в исследовании регуляции

дыхания служит метод возвратного дыхания, заключающийся в дыхании воздуха в закрытую емкость, заполненную кислородом (для предотвращения развития гипоксии), и постепенном накоплении в ней углекислого газа [4].

В основу разработанного нами способа оценки реактивности положено исследование вентиляторного ответа на нарастающий гиперкапнический стимул с измерением прироста вентиляции в точке, соответствующей 120 % исходного значения $p_A\text{CO}_2$, и с выявлением реакции вентиляции на предельно допустимое для данного человека значение гиперкапнического стимула. Способ разработан на основании исследования 125 здоровых людей в возрасте от 17 до 54 лет с различным уровнем физической тренированности (нетренированные, спортсмены-спринтеры и стайеры) и 44 больных (хронические неспецифические заболевания легких, ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь). Для выбора наиболее информативных точек измерения и разработки номограммы применен метод корреляционного и дисперсионного анализов с использованием пакета программ BMDP, реализованного на операционной системе ЕС.

Выбор точки измерения прироста вентиляции, соответствующей 120 % исходного значения $p_A\text{CO}_2$, базируется на том, что, с одной стороны, у некоторых людей максимальное $p_A\text{CO}_2$ в конце пробы достигает только 120 % его исходного значения, с другой стороны, уменьшение этого значения понижает информативность пробы, что подтверждается исследованием корреляции и показателя вентиляции с показателями реактивности других функциональных систем (приростом ЧСС при дозированной физической нагрузке, скоростью переработки зрительной информации, кожной пробой на введение раствора трипановой сини, отражающим, по А. А. Богомольцу, реактивность физиологической системы соединительной ткани). Совокупные коэффициенты множественной корреляции [1] по этим показателям и приросту вентиляции, измеренные в точках, соответствующих 115 % (r_1) и 120 % (r_2) исходного значения $p_A\text{CO}_2$, для группы здоровых людей составляют 0,56 и 0,89 соответственно при $z=1,42$; $t=3,062$; $P<0,01$, для группы больных неспецифическими заболеваниями органов дыхания — 0,52 и 0,82 при $z=1,16$; $t=2,10$; $P<0,05$ (z — критерий Фишера, t — достоверность различий коэффициентов корреляции).

Учет реакции вентиляции на предельно допустимое для данного индивида значение гиперкапнического стимула при оценке реактивности обусловлен необходимостью отдифференцировать в пределах одного типа реактивности людей, обладающих высокими резервными возможностями системы дыхания и способных переносить значительные нагрузки, от людей, характеризующихся слабостью этой функциональной системы. Исследования показали, что среди людей одного типа реактивности при одинаковой скорости нарастания вентиляции на гиперкапническую пробу, осуществляемую, как рекомендовано в литературе [4], до 46 мм рт. ст. (что соответствует 115—125 % исходного значения $p_A\text{CO}_2$), встречаются люди, существенно отличающиеся значениями максимальной вентиляции, уровнями физической работоспособности, возможностями успешно выполнять работу в экстремальных условиях и другими признаками (рис. 1). Так, в пределах типа I (гипореактивный тип) можно выделить людей со слабыми резервными возможностями (характерно для больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких с рестриктивными изменениями и другими формами патологии: $\dot{W}_{170}=(386\pm 42)$ кГм/мин — тип I-A) и людей с высокими резервными возможностями (характерно для спортсменов, тренирующихся в работе на выносливость; $\dot{W}_{170}=(1722\pm 75)$ кГм/мин — тип I-B). В пределах типа III (гиперреактивный тип) можно выделить людей со слабыми резервами и быстрой утомляемостью (характерно для гиперчувствительных к внешним воздействиям со сниженными резервами дыхания и кровообращения; $\dot{W}_{170}=(486\pm 58)$ кГм/мин — тип

III-A) и людей, способных но для спортсменов, специ-

честв; $\dot{W}_{170}=(1530\pm 89)$. При построении номограммы проведено таким образом, чтобы индивиды, прирост вентиляции исходного значения $p_A\text{CO}_2$ которого признака находится в норме. Люди, имеющие вентиляторный тип. Аналогично для исследования по реакции на предельно переносимый стимул.

Следует отметить, что «потолок» переносимости значительно зависит от факторов обследуемого и заинтересованности в выявлении

Рис. 1. Типы вентиляторных ответов на гиперкапнический стимул. По оси абсцисс — изменение $p_A\text{CO}_2$ (мм рт. ст.), по оси ординат — изменение вентиляции (% исходного уровня), класс реактивности, определенный рис. 2).

сервов. С целью обеспечения стрессорных влияний требуется выполнение тренировок 20 мин до проведения основного исследования. Дыхание затруднено, дыхание, звон, малое переносимое исследование, обильное потоотделение и т.д. Таким, что при гиперкапнической реакции со стороны до тех пор, пока концентрация экстремальным.

Метод возвратного дыхания, обладает высокой восприимчивостью, легко переносится исследованием теста в клинике выявлению выраженной цереброваскулярной систолического давления (с точностью кровообращения II и III стадий, ИБС со ста-

Порядок выполнения исследования (типа «Метатест» или углекислоты, спирограф записанный в конструкции, Масс-спектрометр МХ 62-02 (анализатор углекислоты) после калибровки и проверкой на соответствие с тем, что по паспортным данным допускается изменение амплитуды в зависимости от частоты смены следует проводить с разной скоростью исследования в начале и в конце исследования человека.

До исследования человека предупреждают об ощущениях, к

III-A) и людей, способных выполнять интенсивные нагрузки (характерно для спортсменов, специализирующихся в развитии скоростных качеств; $W_{170} = (1530 \pm 89)$ кг/мин — тип III-B).

При построении номограммы разделение на типы реактивности проведено таким образом, что к нормореактивным людям отнесены индивиды, прирост вентиляции у которых в точке, составляющей 120 % исходного значения $p_A\text{CO}_2$, на кривой нормального распределения данного признака находится в пределах $\pm 1\sigma$, что составляет 68 % случаев. Люди, имеющие вентиляторный ответ, отличающийся от этого предела, составили гипо- и гиперреактивный типы. Аналогично сделано разделение исследуемых по реакции вентиляции на предельно переносимый стимул.

Следует отметить, что определение «потолка» переносимости гиперкапнии значительно зависит от субъективных факторов исследуемого и требует его заинтересованности в выявлении своих ре-

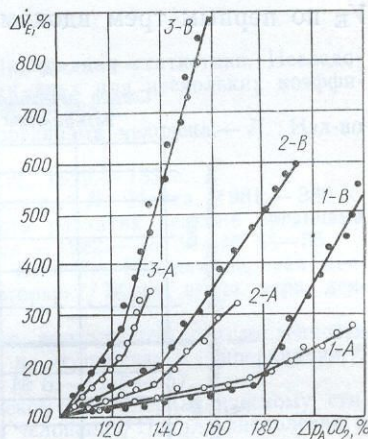


Рис. 1. Типы вентиляторных ответов на нарастающий гиперкапнический стимул.

По оси абсцисс — изменение $p_A\text{CO}_2$ (% исходного уровня), по оси ординат — изменение минутного объема дыхания (% исходного уровня). Цифрами обозначен класс реактивности, определенный по номограмме (см. рис. 2).

зервов. С целью обеспечения привыкания человека к пробе и исключения стрессорных влияний при проведении исследования рекомендуется выполнение тренировочной пробы возвратного дыхания за 15—20 мин до проведения основной. Кроме субъективных ощущений (затруднение дыхания, звон в ушах), показателями достижения максимально переносимой исследуемым концентрации CO_2 могут служить обильное потоотделение и увеличение ЧСС более, чем на 15 %. Отметим, что при гиперкапническом воздействии (в отличие от гипоксического) реакции со стороны ЧСС и сердечного выброса не наблюдается до тех пор, пока концентрация CO_2 не достигнет значений, близких к экстремальным.

Метод возвратного дыхания с накоплением CO_2 прост в исполнении, обладает высокой воспроизводимостью при повторных исследованиях, легко переносится исследуемыми. Противопоказаниями к выполнению теста в клинике является гипертоническая болезнь III стадии с выраженной цереброваскулярной недостаточностью, высокий уровень систолического давления (свыше 200 мм рт. ст.), хроническая недостаточность кровообращения IIБ—III стадий, бронхиальная астма во время приступа и астматическое состояние, дыхательная недостаточность IIБ—III стадий, ИБС со стенокардией IV функционального типа.

Порядок выполнения исследования. Из одноколольного спирографа (типа «Метатест» или иного) вынимают патрон с поглотителем углекислоты, спирограф заполняют кислородом через клапан, предусмотренный в конструкции, а затем объем газа уменьшают до 4 л. Масс-спектрометр МХ 62-02 (или иной быстродействующий анализатор углекислоты) после калибровки соединяют с подмасочным пространством дыхательной маски, укрепленной на спирографе. В связи с тем, что по паспортным данным при работе на масс-спектрометре допускается изменение амплитуды колебания концентрации CO_2 в зависимости от частоты смены газовых составов, калибровку прибора следует проводить с разной частотой, соответствующей частоте дыхания исследуемого в начале и в конце гиперкапнической пробы.

До исследования человек отдыхает в кресле 10 мин. Его предупреждают об ощущениях, которые могут возникнуть в конце пробы

(затруднение дыхания, чувство жара, звон в ушах) и инструктируют, как отклониться от маски при достижении предельно переносимой гиперкапнии. После 2—3 мин дыхания воздухом через маску спирографа и записи стабильного уровня $p_A\text{CO}_2$ исследуемого незаметно переключают на дыхание через спирограф. Производят параллельную запись дыхательных движений на спирографе и концентрации CO_2 на масс-спектрометре. Дыхание в спирограф осуществляется до отказа исследуемого от продолжения процедуры. Обычно продолжительность процедуры составляет 5—6 мин.

На спирограмме определяют исходный минутный объем дыхания $\dot{V}_E$ по первым трем вдохам, при которых $p_A\text{CO}_2$ еще не изменяется, и

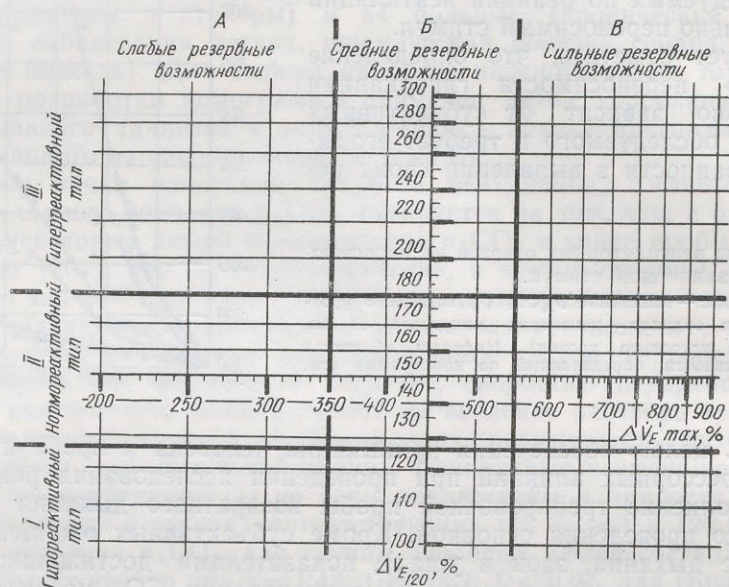


Рис. 2. Номограмма для определения реактивности и резервных возможностей системы дыхания человека.

По оси абсцисс — прирост минутного объема дыхания (% исходного значения) в момент окончания пробы возвратного дыхания с накоплением углекислого газа до индивидуально переносимого предела; по оси ординат — прирост минутного объема дыхания в точке, соответствующей 120 % исходного $p_A\text{CO}_2$.

средней частоте дыхания за первую минуту. На капнограмме определяют концентрацию CO_2 ($p_A\text{CO}_2$) в альвеолярном воздухе до начала дыхания через спирограф. Спирограмму и капнограмму разбивают на 30-секундные интервалы, начиная с момента дыхания в спирограф. Строят график зависимости $\dot{V}_E$ от $p_A\text{CO}_2$. Для определения типа реактивности с учетом резервных возможностей системы дыхания измеряют в точке, соответствующей 120 % исходного значения $p_A\text{CO}_2$, прирост $\dot{V}_E$ и выражают его в процентах исходного значения ($\Delta\dot{V}_{E120}$) и в точке максимально достигнутого $p_A\text{CO}_2$ ($\Delta\dot{V}_{E\text{max}}$). На номограмме (рис. 2) по вертикальной шкале находят точку, соответствующую $\Delta\dot{V}_{E\text{max}}$, а по горизонтальной — точку $\Delta\dot{V}_{E120}$ и по месту пересечения проекций определяют тип реактивности и резервные возможности системы дыхания.

Выявление типа реактивности индивидуума с учетом его резервных возможностей позволяет проводить целенаправленный профессиональный отбор, спортивную ориентацию, прогнозировать течение адаптационного процесса в экстремальных условиях, выявлять признаки предпатологии, обеспечивать индивидуализированный подход к выбору лечебных мероприятий в клинике.

INDIVIDUAL REACTIVITY OF AND ITS ESTIMATION

V. A. Berezovsky, T. V. Serebrov

A method and a nomogram to human respiratory system are response to the increasing hyp being a rigidly genetic-determin

A. A. Bogomoletz Institute of Ph Academy of Sciences of the Ukra

1. Айвазян С. А., Енюков И. С. вание зависимостей. Раздел: циевентов корреляции.— М.: Фи
2. Акинищикова Г. И. Телосложе Ленингр. ун-та, 1969.— 90 с.
3. Богомолец А. А. Общее учение
4. Бреслав И. С., Глебовский В.
5. Копанев В. И., Власов В. В. на внешнее воздействие // Изв
6. Майдигов В. Л., Макаренко тельность человека в условиях тельности.— 1986.— № 1.— С. 1
7. Серебровская Т. В. Сравните реакций кардио-респираторно
8. Серебровская Т. В. Чувствите мулу как отражение индивиду эксперим. терапия.— 1985.— №
9. Сиротинин Н. Н. Эволюция р цина, 1981.— 235 с.

Ин-т физиологии им. А. А. Бого АН УССР, Киев

УДК 612.273+612.261

Влияние ионола на гем миокарда крыс при гип

И. Н. Маньковская, О. О. Юрченко

За последнее десятилетие антиоксиданта ионола (диб гипоксическому повреждени ции изолированного сердца творе, увеличивает темп и м снимает гипоксическую конт но ограничивает размеры о миокарда (по результатам э препарата [2]). Установлено нений аэрогематического и может служить показателем [4, 5, 10 и др.]. Однако в л миокарда на фоне применен мы исследовали влияние ион толщину ГПБ миокарда кры сической гипоксии.