

Н.Н.Вавилова, Ю.М.Перельман

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ У БОЛЬНЫХ
ХРОНИЧЕСКИМ БРОНХИТОМ**

Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания СО РАМН, Благовещенск

SEASONAL DYNAMICS OF WORK CAPACITY AND RESPIRATORY FUNCTIONAL CONDITION
ON EXERTION IN CHRONIC BRONCHITIS PATIENTS

N.N.Vavilova, Yu.M.Perelman

Summary

The purpose of the study was to evaluate a functional status of oxygen delivery system in various seasons in chronic bronchitis patients. The ergospirometry method was used to detect some parameters of work capacity, hemodynamics, ventilation and gas exchange under the maximal muscle activity in 93 patients and 40 healthy persons. Seasonal differences in cardiorespiratory maintenance of the maximal metabolic intensity and in a respiratory system's reaction to the muscle activity were found in patients with chronic bronchitis.

Резюме

Цель работы состояла в комплексной оценке функционального состояния системы транспорта кислорода в различные сезоны года при хроническом бронхите. Методом эргоспирометрии определены показатели физической работоспособности, гемодинамики, вентиляции и газообмена при максимальной мышечной деятельности у 93 больных и 40 здоровых лиц. Выявлены сезонные различия кардиореспираторного обеспечения максимальной метаболической активности и реакции дыхательной системы на мышечную деятельность у больных хроническим бронхитом.

Многолетние наблюдения за больными хроническим бронхитом (ХБ) свидетельствуют о длительном течении заболевания, постоянном ухудшении функции кардиореспираторной системы и снижении физической работоспособности. В этой связи возрастает актуальность проблемы исследования несовершенства компенсаторных механизмов, обеспечивающих адекватное функционирование дыхательной системы в различные сезоны года.

О сезонных изменениях можно говорить как об адаптации, проходящей на фоне оптимальных энергозатрат при изменении метаболизма у здоровых лиц, связанного с влиянием метеорологических факторов. Исследование реакции дыхания на физическую нагрузку у больных ХБ представляет определенный интерес с точки зрения имеющейся выраженной динамики вентиляционной функции легких при сезонных внешнесредовых воздействиях различной интенсивности.

В естественных условиях внешней среды адаптивные изменения в организме всегда осуществляются на фоне мышечной активности. Сезонные ритмы различных физиологических функций организма складываются под влиянием экзогенных и эндогенных факторов. Среди эндогенных наиболее важное значе-

ние имеют циклические изменения нейрогуморальной регуляции, среди экзогенных — метеорологические и гелиофизические факторы.

Изучение взаимосвязи физической работоспособности с гелиогеофизическими и метеорологическими факторами ранее проводилось непосредственно во время занятий физической культурой или в процессе цикла годичной подготовки спортсменов [5]. Было установлено, что холодные условия (низкая температура воздуха в сочетании с высокой влажностью, высоким атмосферным давлением и скоростью движения ветра) неблагоприятно влияют на функцию кардиореспираторной системы и соответственно снижают двигательную активность [2]. В дни холодного атмосферного фронта по сравнению с днями устойчивой погоды происходит учащение ЧСС, снижается максимальное потребление кислорода (PO_2). При прохождении теплого фронта не происходит изменений ЧСС и АД в состоянии покоя, снижается максимальное PO_2 . При этом показатели физической работоспособности могут повышаться [1].

Положительное влияние на организм оказывает солнечная погода и "привычное" направление ветра, отрицательно действуют пасмурная погода и ветер "непривычного" направления. В то же время повышен-

ная температура внешней среды снижает адаптационные способности организма. В экспериментальной термокамере при температуре 40°C физическая работоспособность спортсменов снижалась на 13% [3].

Комплексных исследований физической работоспособности с анализом данных функции аппарата вентиляции, гемодинамики и газообмена при сезонной адаптации больных ХБ к внешнесредовым воздействиям различной интенсивности в течение года не проводилось. По данным литературы, среди больных с бронхиальной астмой с атопическим синдромом и астмой физического усилия группу риска составляют больные, у которых выявлена сезонная реакция при различных климатических условиях [11].

Цель настоящей работы состояла в комплексной оценке функционального состояния системы транспорта кислорода в различные сезоны года у больных ХБ.

Методы исследования

В течение года были обследованы 93 больных ХБ и 41 здоровый. В зависимости от сезона года все обследованные были разделены на 3 группы: при обследовании с ноября по март — "зимнюю", с июня по август — "летнюю" и в переходный период с апреля по май — "межсезонье". Все обследования больным проводили в стационарных условиях.

Реакция дыхательной системы на физическую нагрузку изучалась методом эргоспирометрии на аппарате "Эрго-пневмотест" ОМ/05-Ц ("Эрих Егер", Германия) с газоанализом выдыхаемого воздуха по O₂ и СО₂. Анализ максимальных абсолютных и относительных величин системы транспорта кислорода проводили по частоте дыхания (ЧД), минутному объему дыхания (МОД), максимальному потреблению кислорода (ПО₂), метаболической интенсивности (Мет). Анаэробный компонент газообмена оценивали по количеству дополнительно выделенного неметаболического СО₂ (ВСО₂ доп.Т), дыхательному коэффициенту (ДК), анаэробной фракции работы (ААФ). Газотранспортная функция системы кровообращения определялась по максимальной ЧСС, кислородному пульсу (КП). Напряжение сердечно-сосудистой системы по отношению к достигнутому уровню газообмена оценивалось по показателю прироста ЧСС от величины покоя до максимума к максимальной Мет (ΔЧСС/Мет). Объем выполненной нагрузки оценивали в единицах работы (W) и мощности (Ẇ).

Полученные результаты обработаны методами вариационной статистики.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ полученных данных показал, что кардиореспираторное обеспечение максимальной мышечной деятельности у здоровых существенно изменялось в "межсезонье" (табл.1). Уровень развиваемой вентиляции на высоте нагрузки стал достоверно ниже преимущественно за счет уменьшения дыхательного

Таблица 1

Сезонная динамика показателей кардиореспираторной системы на высоте нагрузки у здоровых и больных ХБ

Показатель	Зима	Лето	Межсезонье
ЧСС в 1 мин	$163,7 \pm 3,41$ $159,2 \pm 3,04$	$162,5 \pm 7,57$ $157,8 \pm 2,71$	$161,3 \pm 2,53$ $160,1 \pm 3,50$
КП, мл	$15,7 \pm 1,39$ $15,4 \pm 0,45$	$2,6 \pm 1,44$ $111,2 \pm 0,68^{***}$	$13,5 \pm 0,94$ $12,6 \pm 0,61^{***}$
ΔЧСС/Мет	$9,1 \pm 0,75$ $9,2 \pm 0,43$	$10,6 \pm 1,00$ $11,3 \pm 0,63^*$	$10,2 \pm 0,53$ $9,3 \pm 0,34$
ЧД в 1 мин	$33,0 \pm 1,19$ $33,6 \pm 1,10$	$35,9 \pm 1,99$ $34,5 \pm 1,03$	$30,7 \pm 1,19$ $33,2 \pm 1,54$
МОД, л	$76,7 \pm 7,96$ $69,5 \pm 2,20$	$64,5 \pm 7,37$ $58,8 \pm 3,59^{**}$	$59,5 \pm 3,73^*$ $58,7 \pm 2,59^{**}$

Примечание. Здесь и в табл.2-4 в числителе — показатели здоровых, в знаменателе — больных ХБ. Достоверность различий в группах по сравнению с зимой: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

объема по сравнению с данными в "зимний" период года; в "летний" период эти различия стирались.

Динамика гемодинамического ответа при максимальной мышечной деятельности у здоровых была менее выраженной, чем динамика вентиляторного ответа (см. табл.1). Основные параметры транспорта кислорода (максимальная ЧСС и КП) достоверно не изменились в динамике обследования. Незначительно увеличивалась хронотропная деятельность сердца по отношению к достигнутому максимальному уровню газообмена (ΔЧСС/Мет) в "летний" период и "межсезонье". Данные ΔЧСС/Мет на уровне 9 ед. в "зимний" период свидетельствуют об адекватной деятельности сердечно-сосудистой системы в обеспече-

Таблица 2

Сезонная динамика показателей газообмена на высоте нагрузки у здоровых и больных ХБ

Показатель	Зима	Лето	Межсезонье
ПО ₂ , л/мин	$2,48 \pm 0,25$ $2,33 \pm 0,09$	$1,96 \pm 0,25$ $1,73 \pm 0,12^{***}$	$2,05 \pm 0,14$ $1,92 \pm 0,10^{**}$
ПО ₂ , мл/кг	$33,5 \pm 3,21$ $31,7 \pm 1,50$	$27,2 \pm 2,28$ $24,9 \pm 1,65^{**}$	$28,5 \pm 1,38$ $29,9 \pm 1,36$
Мет	$9,6 \pm 0,91$ $9,1 \pm 0,43$	$7,8 \pm 0,65$ $7,1 \pm 0,47^*$	$8,1 \pm 0,39$ $8,5 \pm 0,39$
ААФ, %	$18,7 \pm 4,14$ $17,2 \pm 1,70$	$17,1 \pm 4,22$ $13,6 \pm 1,60$	$13,4 \pm 1,94$ $14,9 \pm 2,39$
ФАН	$0,24 \pm 0,05$ $0,27 \pm 0,03$	$0,38 \pm 0,06$ $0,40 \pm 0,04^{***}$	$0,35 \pm 0,03$ $0,33 \pm 0,03$
ДК	$1,13 \pm 0,04$ $1,13 \pm 0,02$	$1,14 \pm 0,10$ $1,14 \pm 0,02$	$1,1 \pm 0,02$ $1,1 \pm 0,02$

нии транспорта кислорода при максимальной физической нагрузке.

Максимальное PO_2 на высоте физической нагрузки в динамике годового цикла достоверно не изменялось (табл.2). Суммарные параметры легочного газообмена за весь период тестирования (табл.3) согласуются с сезонными изменениями аппарата вентиляции у обследованных лиц. Соответственно выполненной работе PO_2 Т и VCO_2 Т в "межсезонье" были достоверно ниже, чем в "зимний" период (табл.3). Неметаболический избышек выделяемого углекислого газа, характеризующий степень анаэробных процессов в организме во время мышечной деятельности, не изменялся в динамике годового цикла.

Изучению изменений функции внешнего дыхания в зависимости от сезонов года в отечественной литературе посвящено мало работ. В большинстве из них исследования проводили в состоянии относительного покоя, и внимание уделялось преимущественно вопросам адаптации внешнего дыхания приезжего населения к условиям Сибири и Крайнего Севера. У здоровых людей в осенне-зимний период происходит снижение бронхиальной проходимости, увеличение воздухонаполненности легких, повышение реактивности дыхательных путей, снижение возбудимости дыхательного центра и изовентиляторная перестройка дыхания с увеличением дыхательного объема и уменьшением частоты дыхания [7].

М.М.Евдокимов и соавт. [4] выявили увеличение PO_2 , КП и коэффициента использования кислорода при воздействии низких температур. *М.Т.Луценко и соавт.* [6] также описали увеличение PO_2 и МОД в осенне-зимний период года по сравнению с летним в зоне муссонного климата Дальневосточного региона. Противоположные данные получены *М.А.Якименко и соавт.* [10]. *Л.Г.Филатовой* [9] была установлена сезонная динамика жизненной емкости легких: летом она была минимальной, к осени начинала увеличиваться и достигала максимума зимой, а весной имела тенденцию к снижению.

Полученные нами данные свидетельствуют, что у здоровых лиц физическая работоспособность и кар-

диореспираторное обеспечение мышечной деятельности закономерно изменяются под влиянием внешнесредовых воздействий различной интенсивности в течение годового цикла. В "зимний" период года на фоне высокой физической работоспособности газотранспортная функция кардиореспираторной системы адекватна. В переходный период года снижаются резервные возможности аппарата вентиляции, нарушается эффективность гемодинамического обеспечения и как результат снижается уровень газообмена. В "летний" период наблюдается восстановление функционального состояния кардиореспираторного обеспечения мышечной деятельности.

В группе больных ХБ в "летний" период, как и в "межсезонье", отмечалось достоверное снижение PO_2 на высоте физической нагрузки (см. табл.2) и соответственно суммарного PO_2 и VCO_2 за время тестирования (см. табл.3). Функциональное аэробное несоответствие (ФАН) должному уровню было минимальным в "зимний" период года. В "межсезонье" ФАН повышалось с 28 до 33%, а летом отклонение уже достигало 40%. Анаэробная фракция работы и дефицит кислорода (PO_2 Д), характеризующие анаэробные механизмы энергообеспечения, у здоровых и больных ХБ в динамике годового цикла достоверно не различались.

Изменения вентиляции, гемодинамики, как и газообмена у больных ХБ в "межсезонье" и "летом", соответствовали их энергообмену во время максимальной мышечной деятельности. Достоверно снижался КП и уровень развиваемой вентиляции. По данным эргоспирометрии для выполнения меньшей по мощности нагрузки по сравнению с "зимним" периодом больным ХБ требовалась выраженная мобилизация возможностей сердечно-сосудистой системы, на что указывал высокий уровень хронотропной реакции сердца ($\Delta ЧСС/Мет$). Прирост ЧСС от уровня покоя к достигнутому уровню газообмена "летом" находился в патологической области в отличие от реакции здоровых лиц. Из данных табл.4 видно, что максимальная физическая работоспособность у больных ХБ в летний период года была ниже, чем зимой. Ранее показана

Таблица 3

Сезонная динамика суммарных показателей газообмена у здоровых и больных ХБ за время тестирования

Показатель	Зима	Лето	Межсезонье
PO_2 Т, л	$19,9 \pm 1,92$ $18,8 \pm 0,74$	$16,3 \pm 2,31$ $14,2 \pm 0,99^{**}$	$15,6 \pm 1,04^*$ $15,3 \pm 0,69^{***}$
VCO_2 Т, л	$20,7 \pm 2,20$ $19,7 \pm 0,83$	$17,8 \pm 2,45$ $15,4 \pm 1,07^{**}$	$15,7 \pm 1,06^*$ $16,6 \pm 0,79^{**}$
VCO_2 доп. Т, л	$4,32 \pm 0,68$ $3,92 \pm 0,26$	$3,59 \pm 0,72$ $3,00 \pm 0,30^*$	$3,02 \pm 0,33$ $3,56 \pm 0,38$
PO_2 Д, л	$0,36 \pm 0,07$ $0,40 \pm 0,03$	$0,27 \pm 0,04$ $0,33 \pm 0,03$	$0,40 \pm 0,04$ $0,34 \pm 0,03$

Таблица 4

Сезонная динамика показателей физической работоспособности у здоровых и больных ХБ

Показатель	Зима	Лето	Межсезонье
W, кДж	$69,3 \pm 10,13$ $57,2 \pm 2,83$	$72,8 \pm 13,75$ $50,9 \pm 3,52$	$56,1 \pm 4,15$ $48,7 \pm 3,59$
\dot{W} , Вт	$227,3 \pm 23,56$ $205,7 \pm 7,43$	$218,2 \pm 28,35$ $176,2 \pm 9,56^*$	$196,1 \pm 12,37$ $186,1 \pm 9,09$
\dot{W} , Вт/кг	$3,09 \pm 0,33$ $2,82 \pm 0,14$	$3,01 \pm 0,24$ $2,60 \pm 0,15$	$2,74 \pm 0,12$ $2,84 \pm 0,14$
\dot{W} , % долж.	$95,6 \pm 4,44$ $89,7 \pm 2,87$	$101,1 \pm 7,54$ $86,9 \pm 3,50$	$88,3 \pm 1,85$ $82,8 \pm 2,48$

но, что сезонная динамика регуляции дыхания заключается в уменьшении порога чувствительности и снижении возбудимости дыхательного центра зимой, что сопровождается увеличением МОД и изменением его паттерна [7]. В исследованиях с физической нагрузкой установлено, что напряжение механизмов регуляции дыхания ведет к снижению физической работоспособности больных ХБ [8].

Таким образом, анализ данных эргоспирометрии в динамике годичного цикла показал, что в "зимний" период у больных ХБ, как и у здоровых лиц, сохраняется относительно высокий уровень физической работоспособности. Толерантность к физической нагрузке "летом" ниже, чем в переходные периоды года. Кроме того, изменяется и фазовый характер сезонной перестройки функционального состояния системы транспорта кислорода. Сглаживания сезонных различий в реакции кардиореспираторной системы на мышечную деятельность в "летний" период у больных ХБ не происходит по сравнению со здоровыми. Следовательно, выполнение в этот период года физической работы, не соответствующей возможностям больных ХБ, будет способствовать неблагоприятному течению заболевания и может привести к срыву механизма компенсации.

В этой связи влияние метеосезона на функциональное состояние кардиореспираторной системы при определении максимальной физической работоспособности следует рассматривать с позиции профессиональных энергозатрат и рационального сочетания труда и отдыха, планирования отпусков и санаторно-курортного лечения. Использование средств физической культуры в комплексной программе восстановительного лечения должно включать в себя сезонное программирование адекватной мышечной нагрузки.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что наилучшие условия для развития тренированности организма, как видимо имеются в "зимнее" время. Целесообразно использовать для этого элементы циклических видов спорта (бег, плавание, работа на велотренажере и т.п.) в связи с высокими требованиями этого вида деятельности к работе кислородтранспортной системы организма. С учетом полученных нами данных о снижении толе-

рантности к физической нагрузке в "летний" период года при проведении лечебно-восстановительной программы предпочтение следует отдавать гимнастическим упражнениям с элементами дыхательной терапии, а также методам "пассивной" реабилитации (массажу, аутотренингу, психотерапии и физиотерапии с водными процедурами).

ЛИТЕРАТУРА

1. Арингазина А.М., Касенов К.У. Влияние атмосферных фронтов на физическую работоспособность и адаптивные реакции сердечно-сосудистой системы. Физиология человека 1986; 6: 1034-1035.
2. Арингазина А.М., Касенов К.У. Влияние некоторых гелиогеофизических и метеорологических факторов на физическую работоспособность. Теор. и практ. физ. культуры 1987; 6: 44-45.
3. Длигач Д.А., Пономарев В.А., Литвин А.Г. Влияние повышенной температуры воздуха на адаптацию организма спортсмена к физическим нагрузкам. В кн.: Физиологические механизмы адаптации к мышечной деятельности: Тезисы докладов науч. конф., Ленинград 17-19 сент., 1984. М.; 1984: 79-80.
4. Евдокимов В.Г., Кетлин А.Г. Сезонные изменения кардиореспираторных показателей у человека на Севере. Физиология человека 1982; 3: 481-488.
5. Коган В., Коган А. Динамика функционального состояния спортсменов по академической гребле в годичном тренировочном цикле. В кн.: Тезисы Студенческой науч. конф. по гуманитарным и естественным наукам. Тарту; 1982. 94.
6. Луценко М.Т., Целуйко С.С., Башкатов В.А. Особенности распространения и характер течения ХНЗЛ и эффективность пульмонологической помощи в зоне муссонного климата Дальневосточного региона. К кн.: Актуальные вопросы пульмонологии. Благовещенск; 1983. 3-14.
7. Прилипко Н.С. Сезонные изменения вентиляционной функции легких и реактивности дыхательных путей у больных хроническим бронхитом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Л.; 1991.
8. Соколов А.В. Взаимосвязь физической работоспособности и вентиляционной чувствительности к гиперкапническому стимулу у больных хроническим бронхитом: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 1988.
9. Филатова Л.Г. Физиологические функции у акклиматизированного человека в условиях Киргизии и их сезонные изменения. В кн.: Физиология человека в природных условиях СССР. Л.: Наука; 1980. 162-173.
10. Якименко М.А., Симонова Т.Г. Влияние длительного воздействия холода на некоторые показатели внешнего дыхания у человека при физической работе. В кн.: Физиологические механизмы природных адаптаций. Новосибирск; 1978. 64-68.
11. Karjalainen J., Lindqvist A., Laitenen L.A. Seasonal variability of exercise-induced asthma especially outdoors. Effect of birch pollen allergy. Clin. Exp. Allergy 1989; 19 (3): 273-278.

Поступила 19.02.02