

Татарина Г.Ш., Руднева Л.В.

**АДАПТИВНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА ПРИ
РЕСПИРАТОРНО-ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ**

Tatarinova G.Sh., Rudneva L.V.

**ADAPSIONAL RECONSTRUCTIONS HUMAN THE SPIRITUAL SYSTEM IN
SPIRITUAL-PHYSICAL LOADING**

УДК: 612.217

В работе изучались адаптивные перестройки паттерна дыхания при респираторно-физической нагрузке. Показано, что объемно-временные показатели дыхания при предъявлении функциональных нагрузок претерпевают существенные изменения.

In the article studied adaptional reconstructions the spiritual pattern in re spiritual-physical loading. Shows, those volume-time spiritual in present functional loadings indexes keep changes.

В настоящей работе изучались объемно-временные показатели респираторной системы человека в условиях дыхательного дискомфорта, вызванного респираторной и физической нагрузкой. Изучение объемно-временных показателей респираторной системы в условиях дыхательного дискомфорта является актуальной проблемой современной физиологии и медицины. В исследовании приняли участие 40 человек в возрасте 19-21 лет, привычных к условиям эксперимента.

Исследование проводили при свободном дыхании и при добавочном не эластическом (резистивном) сопротивлении дыханию. Сопротивления, включенные в инспираторный и экспираторный каналы дыхательного контура соответствовали 12 см вод. ст. · л⁻¹·с. С помощью спирографа, который соединялся с дыхательной маской, регистрировали минутную легочную вентиляцию (V), частоту дыхания (f циклы · мин⁻¹), жизненную емкость легких (VC, мл), дыхательный объем (VT, мл), резервный объем воздуха (RVl, мл), резервный объем выдоха (RVE, мл), длительность вдоха (Ti, с), длительность выдоха (Te, с), среднюю скорость инспираторного потока (VT/Ti, л·с⁻¹), среднюю скорость экспираторного потока (VT/Te, л·с⁻¹).

Выше перечисленные физиологические показатели изучались и при физической нагрузке, мощность которой через каждые 3 мин увеличивали на 30 Вт при частоте педалирования 60 об/мин. При появления дыхательного дискомфорта (ДДК). Испытуемый давал условный сигнал. С этого момента мы производили снова регистрацию объемно-временных показателей дыхания.

Результаты и их обсуждение.

В условиях инспираторно-экспираторного сопротивления дыханию в покое наблюдалась тенденция к некоторому увеличению дыхательного объема с 610±48мл до 640±55мл, однако общая вентиляция легких становится несколько заниженной по сравнению с уровнем при нулевом сопротивлении и составляет соответственно 8950±360мл/мин и 8620±250мл/мин (p<0,05). Некоторое увеличение дыхательного объема при сопротивлении дыханию является следствием проприоцептивной активностью дыхательных мышц, а уменьшение общей вентиляции в условиях сопротивления дыханию свидетельствует о некотором утомлении дыхательных мышц уже в покое [3,4,6,]. При физической нагрузке дыхательный объем без и с сопротивлением и равнялись соответственно 695±57мл; 712±63мл (p<0,05). Естественно, без сопротивления дыханию вентиляция легких при физической нагрузке существенно возрастает, достигая 27800±1040 мл/мин (p<0,05), а в условиях сопротивления, она занижена по сравнению с ее уровнем без сопротивления дыханию и соответствует 23200±1300мл/мин (p<0,05). Уменьшение этого показателя можно объяснить определенным утомлением дыхательных мышц, вызванным физической и респираторными нагрузками. Аналогичные перестройки наблюдаются в показателях резервного объема вдоха и выдоха на фоне инспираторного и экспираторного сопротивления, как в покое так и при физической нагрузке при появлении дыхательного дискомфорта. Резервный объем вдоха (RVl) при свободном дыхании в покое равняется 1682±127мл, а при инспираторно-экспираторном сопротивлении, снижается 1548±114мл.

В условиях дыхательного дискомфорта, эти показатели соответственно составляют 1400±108мл и 1226±115мл. На фоне резистивного сопротивления при дыхательном дискомфорте наблюдается достоверное уменьшение RVl (p<0,01).

Резервный объем выдоха (RVE), во всех условиях эксперимента, всегда ниже, чем резервный объем вдоха (RVl) и составил в покое при свободном дыхании и на фоне инспираторно-

эксираторного сопротивления 1248 ± 98 мл и 1100 ± 89 мл. При дыхательном дискомфорте в условиях свободного дыхания достоверного изменения величины этого показателя не наблюдали (1015 ± 116 мл), а на фоне инспираторно-эксираторного сопротивления снижается до 916 ± 85 мл ($p < 0,05$).

При нетяжелой работе газовый состав артериальной крови, а следовательно, и хеморецепторная стимуляция дыхания обычно мало меняется. Поэтому значительный, рост вентиляции отводят так называемым нейрогенным стимулам. К нейрогенным стимулам причисляют влияние супрабульбарных отделов мозга, главным образом кортикальные, и афферентации, исходящие от рецепторов работающих мышц [1,5,7].

Огромное значение, которое имеет активация проприоцепторов в регуляции дыхания при физической нагрузке, подтверждается огромным числом экспериментов, где наблюдали вентиляторные реакции животных и человека на такие воздействия [3]. Вместе с тем, следует подчеркнуть, что «мышечный» драйв неотделим от хеморецепторного. Здесь следует учитывать, что росту легочной вентиляции обязательно должно сопутствовать усиление кровообращения для поддержания вентиляционно-перфузионных отношений, иначе газо-обменная эффективность легких снижается [3].

Физическая нагрузка, как правило, вызывает увеличение частоты дыхания, а на фоне сопротивления дыханию эта величина опять таки становится заниженной. Длительность выдоха по сравнению с длительностью вдоха выше ($2,50 \pm 0,27$ с и $1,63 \pm 0,28$ с), а при подключении инспираторно-эксираторного сопротивления эти параметры выравниваются ($2,07 \pm 0,31$ с и $2,04 \pm 0,30$ с), и при физической нагрузке после появления дыхательного дискомфорта на фоне сопротивления дыханию они становятся заниженными по сравнению с уровнем покоя при нулевом сопротивлении. T_E и T_I при свободном дыхании равняются $0,95 \pm 0,15$ с и $1,27 \pm 0,14$ с ($p < 0,05$ и $p < 0,01$). При резистивном сопротивлении эти параметры соответственно составили $1,34 \pm 0,13$ с и $1,22 \pm 0,07$ с ($p < 0,01$). Подключение инспираторно-эксираторного сопротивления в покое вызывает снижение средней скорости инспираторного потока и проявляется тенденция к некоторому повышению эксираторного потока. Физическая нагрузка, как правило, вызывает увеличение скорости этих потоков, как без сопротивления, так и с сопротивлением, причем при появлении дыхательного дискомфорта на фоне резистивной нагрузки, скорость инспираторного потока существенно уменьшается, а эксираторного остается без изменений. Если

средняя скорость инспираторных и эксираторных потоков в покое при свободном дыхании и на фоне дополнительного сопротивления дыханию равнялись $0,51 \pm 0,04$ л/с; $0,24 \pm 0,01$ л/с и $0,45 \pm 0,04$ л/с; $0,26 \pm 0,02$ л/с, то при дыхательном дискомфорте они составили соответственно $1,10 \pm 0,05$ л/с; $0,81 \pm 0,07$ л/с и $0,73 \pm 0,05$ л/с; $0,81 \pm 0,08$ л/с. В условиях физической нагрузки при появлении дыхательного дискомфорта изменения этих показателей значительны.

При включении внешнего сопротивления дыханию прежде всего возрастают перепады давления в просвете верхних дыхательных путей, логично предположение о значительной роли локализованных здесь рецепторов [8]. Пока противоречивы данные, касающиеся дыхания, которые имеют в этом плане механорецепторы легкого [7].

Результаты исследований свидетельствуют о существенных изменениях объемно-временных показателей дыхания, вызванными изовентиляторными и стеновентиляторными перестройками. В данном случае для таких колебаний дыхательного паттерна, учащение дыхания сопряжено с уменьшением его глубины, а урежение с увеличением дыхательного объема, т.е. глубина дыхания и длительность вдоха связаны обратными отношениями.

Показано, что в основе постоянства уровня вентиляции лежит относительно константная величина среднего инспираторного потока (VT/ТИ). Однако при резистивной нагрузке, особенно, при дыхательном дискомфорте, вызванной физической и респираторной нагрузкой, наблюдается явная перестройка паттерна дыхания. Постоянным является соотношение между длительностью вдоха и выдоха, а следовательно, постоянна доля, как инспираторной так и эксираторной фазы в дыхательном цикле, хотя их величины, от предъявляемых нагрузок, претерпевают существенные изменения. Увеличение дыхательного объема с одновременным укорочением вдоха при нулевом сопротивлении происходит как в покое, так и работе, однако, при инспираторно-эксираторных нагрузках, в выше указанных условиях, эти показатели возрастают. Благодаря этим механизмам происходит оптимизация объемно-временных характеристик параметров дыхания.

Литература:

1. Беловский Ю.Ю., Викулин С.В. Адаптация человека к дополнительному респираторному сопротивлению в условиях произвольного изменения дыхания // Рос. Мед. Биол. Вестник. 1997. № 1-2. С. 40-47.
2. Бреслав И.С., Исаев Г.Г., Миняев В.И. О механизмах регуляции дыхания при мышечной деятельности // Усп. физиол. наук. 1979. Т.10. №3. С. 87-104.

3. Бреслав И.С., Исаев Г.Г., Рымжанов К.С. Роль сенсорной сферы в ограничении работоспособности человека при добавочном сопротивлении дыханию // Известия АН КазССР. Сер. биол. 1989. №1. С. 54-58.
4. Исаев Г.Г., Бреслав И.С., Рымжанов К.С. Роль сенсорных компонентов в реакциях респираторной системы человека на нарастающие нагрузки // Физиол. журн. СССР им. И.М.Сеченова LXXV №3. 1989. С. 367-373.
5. Ковтун Л.Г., Кривощенов С.Г. Физиологические реакции дыхательной системы женщин на дополнительное сопротивление дыханию // Физиология человека. 1998. Т. 4. № 23. С. 94-99.
6. Рымжанов К.С. Сенсорные компоненты регуляции дыхания у человека при функциональных нагрузках // Физиол. журн. СССР им.И.М.Сеченова.Т. 80. №3. 1994. С. 50-54.
7. Gottfried S.D., Leech I., DiMarco A.F. et al. Sensation of respiratory force following low cervical spinal transection // J. App.Physiol. 1984. Vol. 57. P. 989-994.
8. Whipp B.J Ventilatory control during exercise in humans // Ann. Rev. Physiol..1983. Vol. 45. P. 393-413.

Рецензент: д.биол.н., профессор Рымжанов К.С.