

*М.Г. Триняк, Л.П. Сидорчук*

## **АДАПТАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ОРГАНІЗМУ ТА ВЕГЕТАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СИСТЕМ ЗА ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

Кафедра госпітальної терапії №2, лікувальної фізкультури  
та спортивної медицини (зав. – проф. В.К. Ташук)  
Буковинської державної медичної академії

**Резюме.** Вивчено вплив свідомої регуляції зовнішнього дихання на адаптаційні можливості та вегетативне забезпечення функціональних систем організму здорових і практично здорових осіб при фізичному навантаженні. Встановлено, що спеціальні регламентовані дихальні вправи достовірно покращують як вегетативне забезпечення функціонального стану систем організму спортсменів, так і адаптаційні можливості та рівень аеробного енергоутворення.

**Ключові слова:** реакції адаптації, вегетативна нервова система, регламентоване дихання, фізичне навантаження, аеробний та анаеробний обміни.

**Вступ.** Загальновідомо, що мінімальні фізичні навантаження – збуджують, середні – стимулюють, великі – гальмують, дуже великі – руйнують. Цей загальний адаптаційний процес (стрес–напруга) складається за Г. Сельє [12] з трьох послідовних стадій: реакції тривоги (шоку, протишоку), стадії резистентності та виснаження.

Вивченню вплив різноманітних стресових чинників на живі організми [1,2,4,6,9,10,14,15]. У деяких запропоновано визначати ступінь напруги як неспецифічні адаптаційні реакції організму (тренування, активації та стресу) при фізичному навантаженні відповідно до змін лейкоцитарної формули [7].

Проте не вивчено адаптаційні можливості організму людини, параметри аеробного і анаеробного обмінів залежно від вегетативного забезпечення функціонального стану систем та органів під впливом фізичного навантаження та регламентованого дихання, а також встановлення кореляційної залежності між ними.

**Мета дослідження.** Вивчити зміни адаптаційних можливостей організму людини, параметрів аеробного і анаеробного обміну та вегетативного забезпечення функціональних систем під впливом фізичного навантаження і регламентованого дихання.

**Матеріали і методи.** Об'єктом дослідження були 48 здорових та практично здорових осіб, які займаються у спортивних секціях віком від 20 до 26 років (24 особи – контроль, 24 особи – дослідна група).

Адаптацію організму вивчали за Л.Х. Гаркаві [7]. Тип напруженості неспецифічної адаптаційної реакції на фізичне навантаження та регламентоване дихання визначали за вмістом лімфоцитів у периферичній крові, співвідношення лімфоцитів до сегментоядерних нейтрофілів, загальної кількості лейкоцитів, паличкоядерних нейтрофілів, еозинофілів та моноцитів.

Фізичне навантаження визначали за субмаксимальним велоергометрич-

ним тестом  $PWC_{170}$  індивідуально та залежно від віку, статі, маси тіла, необхідного максимального споживання кисню (НМСК).

Дихальний процес регламентували за методикою М.Г. Триняка [13]. Спеціальні регламентовані дихальні вправи (СРДВ) призначали диференційовано, враховуючи визначення оптимального вдиху повітря, індивідуальної тривалості дихальних фаз та інтервалів між ними і реактивності відділів вегетативної нервової системи (ВНС) [13].

Функціональний стан ВНС вивчали за допомогою клінічних тестів А.М. Вейна [5], орто- і кліностатичних проб, визначень індексів Кердо та ХОК (за І.А.Касирським), коефіцієнта Хільдебранта [5], ритмографії за Р.М. Баєвським [3,4,11].

Параметри аеробного і анаеробного обмінів визначали за даними диференційованої ЕКГ, розробленої С.А. Душаніним та співавт. [8,14]. Враховували такі показники: максимальне споживання кисню (МСК); рівень фізичного навантаження на порозі анаеробного обміну ( $W_{\text{ПАНО}}$ ); ЧСС на порозі анаеробного обміну ( $\text{ЧСС}_{\text{ПАНО}}$ ); загальну метаболічну ємність (ЗМЕ); максимальну здатність до накопичення лактату; фізичну працездатність; час підтримання навантажень порогового анаеробного обміну.

Результати дослідження підлягали статистичній обробці за допомогою програми MSExcel® 97Pro SR-1.

**Результати та їх обговорення.** У контрольній групі адаптаційні реакції визначали до та після фізичного навантаження без застосування СРДВ, у дослідній - із використанням регламентованого дихання. Результати досліджень наведені в табл. 1.

Показники загальноклінічного аналізу крові у контрольній та дослідній групах до навантаження статистично не відрізнялись. Після субмаксимального фізичного навантаження у контрольній групі результати загальноклінічного аналізу крові знаходились в межах норми.

За результатами досліджень, один і той же різновид м'язової діяльності викликає різні рівні адаптаційних стресових реакцій у різних осіб. У табл.2 наведена розроблена нами робоча класифікація ступенів стресу, що базується на даних Л.Х. Гаркаві і співавт. [7] та власних досліджень. Аналіз лейкоцитарної формули до фізичного навантаження свідчить про реакцію підвищеної активації (РПА) у 50% досліджуваних, реакцію спокійної активації (РСА) у 41,67% випадків, реакцію тренування (РТ) у 8,33%. Вказані реакції є сприятливими. Після субмаксимального фізичного навантаження спостерігали наступні зміни: у 4,17% досліджуваних за ступенем стресу відмічалась наявність тренувальної реакції, у 16,67% - РСА, у 79,17% - РПА. Несприятливих реакцій гострого або хронічного стресу у досліджуваних не виявлено.

Одночасно визначали тонус та реактивність відділів ВНС. Встановлено у 42% осіб ейтонію, у 21% - симпатикотонію, у 8% - зниження тонуусу симпатичного відділу, у 29% - парасимпатикотонію.

Параметри аеробного та анаеробного обміну до використання регламентованого дихання становили: МСК  $47,88 \pm 1,43$  мл/хв·кг,  $W_{\text{ПАНО}}$   $56,21 \pm 1,67$  % від МСК,  $\text{ЧСС}_{\text{ПАНО}}$   $146,34 \pm 2,89$  за 1 хв, ЗМЕ  $179,32 \pm 2,64$  од., потужність фізичного навантаження становила  $245,75 \pm 13,19$  Вт, максимальна здатність до накопичення лактату –  $10,93 \pm 0,41$  ммоль/л, час підтримання навантаження порогового анаеробного обміну –  $684,31 \pm 8,46$  с.

Таблиця 1

Дані загальноклінічного аналізу крові до та після навантаження (PWC<sub>170</sub>) у контрольній групі (без використання СРДВ) та у дослідній (із застосуванням регламентованого дихання), M±m

| № п/п | Показники                           | До навантаження<br>n = 48 | Після<br>навантаження,<br>n = 24 |
|-------|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| 1     | Еритроцити<br>(10 <sup>12</sup> /л) | 4,13± 0,05*               | 4,35± 0,06*√                     |
|       |                                     | 4,11± 0,08**              | 4,47± 0,06**√                    |
| 2     | Гемоглобін (г/л)                    | 134± 1,79*                | 139± 1,70*√                      |
|       |                                     | 133,4± 1,60**             | 142± 1,36**√                     |
| 3     | Кольоровий<br>показник              | 0,96± 0,01*               | 0,94± 0,01*                      |
|       |                                     | 0,96± 0,01**              | 0,92± 0,01**√                    |
| 4     | Лейкоцити<br>(10 <sup>9</sup> /л)   | 6,21± 0,29*               | 7,12± 0,30*√                     |
|       |                                     | 6,24± 0,48**              | 7,46± 0,20**√                    |
| 5     | Еозинофіли (%)                      | 2,17± 0,24*               | 2,54± 0,29*                      |
|       |                                     | 2,15± 0,09**              | 3,04± 0,45**√                    |
| 6     | Паличкоядерні<br>нейтрофіли (%)     | 2,54± 0,18*               | 1,75± 0,26*√                     |
|       |                                     | 2,48± 0,20**              | 1,42± 0,19**√                    |
| 7     | Сегментоядерні<br>нейтрофіли (%)    | 55,41± 1,10*              | 48,8± 1,55*√                     |
|       |                                     | 56,33± 1,05**             | 43,33± 1,84**√                   |
| 8     | Лімфоцити (%)                       | 40,33± 1,90*              | 43,92± 1,68*                     |
|       |                                     | 40,28± 1,46**             | 49,16± 1,85**√                   |
| 9     | Лімфоцити/сегм<br>ент. нейтрофіли   | 0,78± 0,07*               | 0,94± 0,06*√                     |
|       |                                     | 0,76± 0,08**              | 1,08± 0,09**√                    |
| 10    | Моноцити (%)                        | 2,16± 0,23*               | 2,83± 0,35*√                     |
|       |                                     | 2,20± 0,29**              | 2,87± 0,38**√                    |
| 11    | ШОЕ (мм/год)                        | 2,75± 0,25*               | 2,85± 0,28*                      |
|       |                                     | 2,54± 0,31**              | 2,50± 0,20**                     |

Примітка: \* - контрольна група;

\*\* - дослідна група;

√- різниця статистично вірогідна (P<0,05).

Диференційовано призначали СРДВ за схемою: вдих-затримка дихання на вдих-видих-затримка дихання на видиху за ейтонії ВНС; трьохтактні дихальні вправи із затримкою дихання на вдиху – за парасимпатикотонії та за зниження тону симпатичного відділу; трьохтактні із затримкою дихання на видиху – за симпатикотонії. Методом організованих та самостійних занять формували новий стереотип дихання.

Одержані дані дослідної групи після фізичного навантаження із використанням регламентованого дихання наведено в табл.1. Порівнюючи результати загальноклінічного аналізу крові дослідної та контрольної груп після фізичного навантаження, відмітили вірогідне збільшення кількості еритроцитів на 2,76%, гемоглобіну на 2,55%, еозинофілів на 19,69% (P<0,05), лімфоцитів на 11,93% (P<0,01), відношення лімфоцитів до СН на 14,89% (P<0,01). Вірогідно зменшилась кількість нейтрофільних гранулоцитів: сегментоядерних на 11,12%, паличкоядерних на 18,86 % (P<0,05).

У дослідній групі до фізичного навантаження у 50,83% випадків спостерігали РПА, у 42,15% - РСА, у 7,02% - РТ. Результати практично співпадають

Адаптаційні реакції організму після фізичного навантаження без використання СРДВ,  $M \pm m$ , (n=24)

| № п/п | Ступінь стресу                |  |   | Кількість лейкоцитів в ( $10^9/l$ )                  | Лейкоцитарна формула (%)                               |   |   |  |  |   |
|-------|-------------------------------|--|---|--|--|---|---|--|--|---|
|       | Характер адаптаційної реакції | Вид адаптаційної реакції за Л.Х. Гаркаві               | Назва адаптаційної реакції                                      |  | Лімфоцити  | СН  | ПН  | Л / СН   | Еозинофіли   | Моноцити  |
| 1     | Сприятлива                    | 1. Реакція тренування<br>2. РА<br>2.1. РСА<br>2.2. РПА | Звичне навантаження<br>М'яке тренування<br>Форсоване тренування | $6,8 \pm 0,36$<br>$7,93 \pm 0,63$<br>$7,34 \pm 0,54$ | $21,0 \pm 1,68$<br>$32,5 \pm 0,54$<br>$45,21 \pm 1,68$ | $58,1 \pm 1,65$<br>$53,25 \pm 1,72$<br>$45,84 \pm 1,35$ | $2,0 \pm 0,26$<br>$2,0 \pm 0,36$<br>$1,65 \pm 0,14$ | $0,39 \pm 0,03$<br>$0,7 \pm 0,04$<br>$1,03 \pm 0,09$ | $4,0 \pm 0,39$<br>$2,25 \pm 0,99$<br>$2,26 \pm 0,25$ | $7,4 \pm 0,79$<br>$3,0 \pm 0,54$<br>$2,95 \pm 0,43$ |
| 2     | Несприятлива                  | 1. Стрес<br>1.1. ГС<br>1.2. Хронічний стрес            | Перетреновання<br>Хронічний стрес                               | -<br>-   | -<br>-   | -<br>-  | -<br>-  | -<br>-   | -<br>-   | -<br>-  |

Примітка. (-) - показник відсутній;

Л - лімфоцити;

СН - сегментоядерні нейтрофіли;

ПН - паличкоядерні нейтрофіли;

РА - реакція активації;

РСА - реакція спокійної активації;

РПА - реакція підвищеної активації;

ГС - гострий стрес.

Адаптаційні реакції організму після фізичного навантаження з використанням СРДВ, М±m, (n=24)

| № п/п                           | Ступінь стресу                |   | Кількість лейкоцитів в (10 <sup>9</sup> /л) | Лейкоцитарна формула (%)   |              |             |             |             |             |
|---------------------------------|-------------------------------|---|---|----------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                 | Характер адаптаційної реакції | Вид адаптаційної реакції за Л.Х.Гаркаві |   | Назва адаптаційної реакції | Лімфоцити    | СН          | ПН          | Л / СН      | Еозинофіли  |
| 1                               | Сприятлива                    | 1. Реакція тренування                   | 7,2 ± 0,30                                  | 28,0 ± 1,85                | 59,0 ± 1,89  | 1,0 ± 0,09  | 0,49 ± 0,05 | 6,0 ± 0,88  | 5,0 ± 0,45  |
| 2. РА                           |                               | Звичне навантаження                     | 8,7 ± 0,52                                  | 33 ± 1,05                  | 54,82 ± 1,95 | 2,0 ± 0,19  | 0,62 ± 0,03 | 5,1 ± 1,80  | 2,5 ± 0,38  |
| 2.1. РСА                        |                               | М'яке тренування                        | 7,37 ± 0,28                                 | 49,91 ± 2,03               | 46,04 ± 1,78 | 1,41 ± 0,18 | 1,08 ± 0,09 | 1,95 ± 0,22 | 3,09 ± 0,44 |
| 2.2. РПА                        |                               | Форсоване тренування                    | -   | -                          | -            | -           | -           | -           | -           |
| 2                               | Несприйтлива                  | 1. Стрес                                | -   | -                          | -            | -           | -           | -           | -           |
| 1.1. ГС<br>1.2. Хронічний стрес |                               | Перетреновання<br>Хронічний стрес       | -   | -                          | -            | -           | -           | -           | -           |

Примітка. (-) - показник відсутній;

Л - лімфоцити;

СН - сегментоядерні нейтрофіли;

ПН - паличкоядерні нейтрофіли;

РА - реакція активації;

РСА - реакція спокійної активації;

РПА - реакція підвищеної активації;

ГС - гострий стрес.

із даними контрольної групи до навантаження ( $P > 0,05$ ).

Після субмаксимального навантаження із використанням СРДВ (табл.3) у 91,66% осіб дослідної групи реєстрували РПА, (що на 12,49% більше ніж у контрольній групі); у 4,17% визначалося РСА, (що на 12,49% менше ніж у контролі); у 4,17% - встановлено реакцію тренування.

Дослідження впливу регламентованого дихання на функціональний стан ВНС виявили ейтонію у 71% випадків (проти 42% у контролі). Таким чином, СРДВ сприяють впорядкуванню міжсистемних відносин, покращуючи вегетативне забезпечення функціональних систем організму.

Встановлено достовірне покращання параметрів аеробного та анаеробного обміну: МСК зросло на 13% у порівнянні з показниками контрольної групи і становило  $54,11 \pm 2,57$  мл/хв·кг ( $P < 0,01$ ),  $W_{\text{ПАНО}}$  збільшилось на 8%, дорівнюючи  $60,85 \pm 1,89$  % від МСК ( $P < 0,05$ ),  $ЧСС_{\text{ПАНО}} - 151,01 \pm 2,94$  за хв проти  $146,34 \pm 2,89$  за хв у контролі ( $P < 0,05$ ), ЗМЕ збільшилась на 2,65% і становила  $184,08 \pm 3,59$  од. ( $P < 0,05$ ), фізична працездатність зросла на 22,5% -  $301,08 \pm 15,24$  Вт ( $P < 0,01$ ), максимальна здатність до накопичення лактату зменшилась до  $9,34 \pm 0,26$  ммоль/л ( $P < 0,05$ ), час підтримання навантаження порогового анаеробного обміну зріс на 8% і становив  $740,04 \pm 14,38$  с ( $P < 0,05$ ). Отже, спеціальні регламентовані дихальні вправи вірогідно підвищують аеробні можливості функціонування кардіореспіраторної та киснеутилізуючої систем організму людини.

Результати вивчення впливу СРДВ на показники лейкоцитарної формули свідчать, що характер адаптаційних реакцій, які з'явилися у відповідь на фізичне навантаження, є сприятливим. Тобто вольовою регуляцією дихальним процесом можна покращити вегетативне забезпечення функціональної діяльності органів та систем і вивести організм на якісно новий адаптаційний рівень – підвищеної активації. М'язова робота та функціонування серцево-судинної системи з інтенсивністю в зоні ПАНО реалізувались за рахунок аеробних механізмів ресинтезу АТФ. Все це є результатом специфічної дії регламентованого дихання на організм людини. Застосовуючи цілеспрямовано і тривало стресові фактори у вигляді субмаксимального фізичного навантаження та СРДВ, сприяємо створенню стійких адаптаційних реакцій до аеробного навантаження – витривалості.

### **Висновки.**

1. Спеціальні регламентовані дихальні вправи достовірно покращують вегетативне забезпечення функціональних систем при фізичному навантаженні, підвищуючи адаптаційні можливості організму і рівень аеробного енергоутворення.

2. Встановлено позитивний тісний корелятивний зв'язок ( $r = +0,95$ ) між адаптивними можливостями організму людини та досягненням ейтонії ВНС під впливом регламентованого дихання. За парасимпатикотонії та симпатикотонії корелятивний зв'язок із адаптивними реакціями негативний ( $r = -1$ ). Окрім того, виявлено сильні позитивні кореляційні зв'язки між неспецифічними реакціями адаптації та параметрами аеробного енергоутворення, а також між ейтонією вегетативної нервової системи та аеробними показниками функціонування кардіореспіраторної та киснеутилізуючої систем ( $r = +0,95$ ).

**Література.** 1. Агаджанян Н.А., Ефимов А.И. Функции организма в условиях гипоксии и гиперкапнии. - М.: Медицина, 1986. - 270 с. 2. Анапасенко Г.А., Щеголев В.С., Кулешов В.И. Устойчивость к дозированной физической нагрузке в условиях хронической гиперкапнии у человека //Косм. биол. и авиакосм. медицина. - 1978. - № 2. - С.49-52. 3. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. - М.: Наука, 1984. - 221с. 4. Білецький С.В., Бобылев А.В., Каленюк В.І. Вплив мікроклімату печер Буковини на вегетативну регуляцію серцевого ритму та показники гемодинаміки у здорових осіб //Тези доп. IV з'їзду кардіологів України. - Київ, 1993. - С.79. 5. Вейн А.М., Вознесенская Т.Г., Голубев В.Л. и др. //Заболевания вегетативной нервной системы. - М.: Медицина, 1991. - 624 с. 6. Виницкая Р.С., Стручков П.В., Давыдов Э.Г. Функциональные характеристики дополнительного «мертвого пространства и респиратора» для приготовления гипоксическо-гиперкапнической смеси, применяемой для тренировки дыхания //Мед. техника. - 1991. - №3. - С.38-40. 7. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. - Ростов-на-Дону, 1990. - 223с. 8. Душанин С.А., Береговой Ю.В., Цветкова О.А. Система многофакторной экспресс-диагностики функциональной подготовленности спортсменов при текущем и оперативном врачебно-педагогическом контроле. Метод. реко-мендации. - К.- 1986. - 22с. 9. Караш М.Ю., Стрелков Р.Б., Чижов А.Я. Нормобарическая гипоксия в лечении, профилактике и реабилитации. - М.: Медицина, 1988. - 352с. 10. Пожаров В.П., Середенко М.М. Механизмы нарушения внешнего дыхания при гипоксии //Физиол. журнал СССР им. И.М.Сеченова. - 1990. - т.76, №5. с. 678-684. 11. Полянська О.С., Тащук В.К., Бабчук Н.В. Особливості вегетативного статусу у хворих з безбольового ішемією міокарда. //Буковинський медичний вісник. -1998.- № 3-4.- с.47-52. 12. Селье Г. Стресс без дистресса: пер. с англ.- Москва: Прогресс, 1979.- 124с. 13. Триняк Н.Г. Управление дыханием и здоровье. - Киев: Здоров'я, 1991. - 160с. 14. Триняк Н.Г., Бобылев А.В., Білецький С.В. Типы реагирования сердечно-сосудистой системы, аэробный и анаэробный обмен у спортсменов в пещере Золушка //Материалы 3-й Всесоюзной конф. Экстремальная физиология, гигиена и средства индивидуальной защиты человека. Экстремальные воздействия физических факторов. - Москва, 1990. - С.183. 15. Триняк Н.Г., Бобылев А.В., Білецький С.В. Способ повышения физической работоспособности спортсменов. Патент RU №2067440. МКИ А 61.G 10/02. Опубл. 10.10.96. Бюл.№28.

## ADAPTIVE ABILITIES OF THE ORGANISM AND VEGETATIVE SUPPLY OF THE FUNCTIONAL SYSTEMS UNDER PHYSICAL LOADING

*M.G Tryniak, L.P. Sydorчук*

**Abstract.** Adaptive abilities and vegetative supply of the organism's functional system of healthy and practically healthy persons under physical loading influenced by conscious regulation of external breathing were studied. As a result of the investigation, it was discovered that special regulated breathing exercises reliably improved the vegetative supply of the functional state of the systems of sportsmen's organisms accompanied by an increase of adaptation abilities and anaerobic energy producing abilities.

**Key words:** adaptive reactions, vegetative nervous system, regulated breathing, physical loading, aerobic and anaerobic metabolisms.

Bukovinian State Medical Academy (Chernivtsi)