

## СТАН ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДЛІТКІВ ІЗ РІЗНИМИ ТЕМПАМИ БІОЛОГІЧНОГО ДОЗРІВАННЯ

Андрій СІТОВСЬКИЙ

*Луцький інститут розвитку людини Університету „Україна”*

**Анотація.** Установлено, що школярі з різним рівнем біологічного дозрівання, в межах однієї віково-статевої групи, відрізняються між собою за показниками стану дихальної системи як на початку, так і наприкінці навчального року. Виявлено також суттєву гетерохронність упродовж навчального року стану дихальної системи як у хлопців так і у дівчат, обумовлену темпами біологічного дозрівання школярів.

**Ключові слова:** підлітки, темпи біологічного дозрівання, система дихання.

**Постановка проблеми.** У підлітковому віці специфіка функціонування організму більшою мірою визначається ступенем статевого дозрівання, ніж календарним віком. Істотні розходження в термінах статевого дозрівання дівчат і хлопців, індивідуальні особливості його темпу, призводять до виникнення значної неоднорідності складу школярів кожного класу [11].

У пубертатний період показникам дихальної системи притаманні найвищі темпи їхнього збільшення. Відмічається залежність функціональних можливостей системи дихання від рівнів статевого дозрівання [8]. Розвиток дихальної функції в пубертатний період відбувається досить ефективно, але при цьому спостерігається значна варіативність показників серед підлітків одного календарного віку. Логічно очікувати, що в групах однолітків одного біологічного віку буде спостерігатися певна однорідність функціональних показників зовнішнього дихання.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** З огляду на те, що процес статевого дозрівання так чи інакше впливає на віковий розвиток у цілому, то в період пубертату можна очікувати виникнення особливостей у формуванні механізмів дихання і його регуляції. До того ж, інтенсивний розвиток скелетної мускулатури, що спостерігається у віці 12-16 років [3; 4], також не може не позначитися на характері вікових перетворень дихальної системи підлітка. На підтвердження цієї концепції в літературі існують дослідження про те, що період статевого дозрівання характеризується найвищим темпом росту і розвитку системи дихання [8]. Разом із тим, у підлітків відзначається значна варіативність показників легеневої вентиляції [10].

Аналіз матеріалів з вивчення стану дихальної функції підлітків з урахуванням стадії статевого дозрівання дозволяє констатувати, що з переходом на вищу стадію статевого дозрівання в підлітків, що мали однаковий календарний вік, спостерігається прогресивна динаміка більшості функціональних показників [7].

**Зв'язок роботи з науковими планами, темами.** Дослідження проводилось згідно зі Зведеним планом науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури і спорту на 2006-2010 роки Міністерства України у справах сім'ї, молоді та спорту за темою 3.2.7.1 „Фізична працездатність та її сомато-вегетативне і моторне забезпечення у різних контингентів дітей і підлітків” (номер державної реєстрації 0107U001186).

**Мета роботи.** Вивчити особливості стану системи дихання підлітків в залежності від темпів їх біологічного розвитку.

**Методи дослідження.** Дослідження проводили на базі лабораторії функціональної діагностики та фізичної реабілітації Луцького інституту розвитку людини Університету

„Україна” та експериментального майданчика НВО ДНЗ-ЗОШ № 20 м. Луцька. Було обстежено 204 учні 7-х класів (99 хлопців та 105 дівчат) загальноосвітньої школи № 20 м. Луцька.

Біологічний вік визначали в місяцях за розробленими нами формулами кількісної оцінки біологічного віку за ступенем розвитку вторинних статевих ознак [9].

Стан дихальної системи досліджували за показниками: життєвої ємності легень (мл), життєвого індексу ( $\text{мл}\cdot\text{кг}^{-1}$ ), максимальної об'ємної швидкості повітряного потоку ( $\text{л}\cdot\text{с}^{-1}$ ) на вдиху та видиху, екскурсії грудної клітки (см) [5].

**Матеріали дослідження.** Досліджувані показники аналізувались шляхом порівняння середніх показників між хлопцями й дівчатами залежно від темпів їх біологічного дозрівання. Зокрема, між школярами з різними темпами біологічного дозрівання в середині статевих груп, а також між хлопцями й дівчатами з однаковим темпом біологічного дозрівання.

Життєва ємність легень у дівчат становить  $2,29\pm 0,47$  л й  $2,27\pm 0,55$  л у хлопців ( $p>0,05$ ). Статистично значуща відмінність виявлена у дівчат між ретардантами та медіантами і ретардантами та акселератами, а у хлопців – між ретардантами та акселератами і медіантами та акселератами (найменші показники відмічаються в ретардантів). Між хлопцями та дівчатами з однаковим темпом біологічного дозрівання виявлено дещо менші величини у хлопців-медіантів (на 3,4 %), тоді як у хлопців-ретардантів та акселератів життєва ємність легень більша у порівнянні з дівчатами (на 2,4 % і 7,9 % відповідно) (табл. 1, 2).

Життєвий індекс у дівчат становить  $55,24\pm 11,39$   $\text{мл}\cdot\text{кг}^{-1}$  й  $59,16\pm 13,13$   $\text{мл}\cdot\text{кг}^{-1}$  у хлопців ( $p<0,05$ ). Статистично значуща відмінність виявлена у дівчат між ретардантами та акселератами і медіантами та акселератами. Причому у дівчат найменші показники відмічаються в акселератів, а найбільші – у ретардантів, тоді як між хлопцями різниця практично не суттєва. Між хлопцями та дівчатами з однаковим темпом біологічного дозрівання виявлено більші величини у хлопців (на 0,9 % 6,2 % і 20,0 % відповідно) і між хлопцями та дівчатами з прискореним темпом біологічного дозрівання ця різниця статистично значима (табл. 1, 2).

Максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на видиху у дівчат становить  $2,23\pm 0,53$   $\text{л}\cdot\text{с}^{-1}$  й  $2,31\pm 0,67$   $\text{л}\cdot\text{с}^{-1}$  у хлопців ( $p>0,05$ ). Статистично значуща відмінність виявлена у дівчат між ретардантами та акселератами і медіантами та акселератами, а серед хлопців – між усіма досліджуваними групами (найменші показники відмічаються в акселератів).

Між хлопцями та дівчатами з однаковим темпом біологічного дозрівання виявлено дещо більші величини у хлопців з середнім і прискореним темпом біологічного дозрівання (на 4,7 % і 7,8 % відповідно), тоді як у хлопців-ретардантів даний показник менший на 5,9 % у порівнянні з дівчатами (табл. 1, 2).

Максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на вдиху у дівчат становить  $1,92\pm 0,58$   $\text{л}\cdot\text{с}^{-1}$  й  $2,18\pm 0,61$   $\text{л}\cdot\text{с}^{-1}$  у хлопців ( $p<0,01$ ). Достовірна відмінність виявлена у дівчат між ретардантами та акселератами, а серед хлопців – між ретардантами та акселератами і ретардантами та медіантами (найменші показники відмічаються в акселератів).

Між хлопцями та дівчатами з однаковим темпом біологічного дозрівання виявлено більші величини у хлопців (на 4,0 %, 18,0 % і 16,5 % відповідно), при чому у хлопців середнім і прискореним темпом біологічного дозрівання – достовірно (табл. 1, 2).

Екскурсія грудної клітки у дівчат становить  $6,41\pm 1,80$  см й  $7,29\pm 2,69$  см у хлопців ( $p<0,001$ ). Статистично значуща відмінність виявлена у дівчат і хлопців між ретардантами та акселератами. Причому, найменші показники у дівчат відмічаються в акселератів, найбільші у ретардантів, а у хлопців найбільші в акселератів, найменші – у ретардантів. Між хлопцями та дівчатами з однаковим темпом біологічного дозрівання виявлено більші показники у хлопців з середнім і прискореним темпом біологічного дозрівання (на 12,8 %, і 31,3 % відповідно), причому в акселератів достовірно і дещо менші у медіантів (на 4,8 %) (табл. 1, 2).

Таким чином, на початку навчального року у хлопців порівняно з дівчатами відмічається сприятливіший стан дихальної системи за показниками життєвого індексу ( $p<0,05$ ), максимальної об'ємної швидкості повітряного потоку на видиху ( $p>0,05$ ) та вдиху ( $p<0,01$ ), екскурсії грудної клітки ( $p<0,001$ ).

У хлопців й дівчат з прискореними темпами біологічного дозрівання на тлі більших абсолютних величин життєвої ємності легень, потужності вдиху й видиху виявлено нижчий життєвий індекс порівняно зі школярами з уповільненим темпом біологічного дозрівання.

Таблиця 1

**Зміни показників дихальної системи хлопців 7-их класів  
упродовж навчального року залежно від темпів біологічного дозрівання**

| Період навчання   | Темп розвитку | X     | Sx    | осінь/ весна            |                        |                     | t / p<br>P/A         | t / p<br>P/M          | t / p<br>M/A          |
|---|---------------|-------|-------|-------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|   |               |       |       | ±%<br>P/P<br>M/M<br>A/A | t<br>P/P<br>M/M<br>A/A | p<br>P/P<br>M/M A/A |                      |                       |                       |
| Життєва ємність легень, л   |               |       |       |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
| осінь   | P             | 2,11  | 0,48  |                         |                        |                     | t = 3,803<br>p <0,05 | t = 1,120<br>p >0,05  | t = 2,905<br>p <0,05  |
|   | M             | 2,25  | 0,57  |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
|   | A             | 2,60  | 0,44  |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
| весна   | P             | 2,35  | 0,40  | 11,4                    | 1,959                  | >0,05               | t = 9,345<br>p <0,05 | t = 0,297<br>p >0,05  | t = 10,316<br>p <0,05 |
|   | M             | 2,38  | 0,44  | 5,8                     | 1,251                  | >0,05               |                      |                       |                       |
|   | A             | 3,24  | 0,27  | 24,6                    | 6,199                  | <0,001              |                      |                       |                       |
| Життєвий індекс, мл·кг <sup>-1</sup>  |               |       |       |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
| осінь   | P             | 59,94 | 12,29 |                         |                        |                     | t = 0,072<br>p >0,05 | t = -0,140<br>p >0,05 | t = 0,211<br>p >0,05  |
|   | M             | 59,51 | 13,17 |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
|   | A             | 60,20 | 13,34 |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
| весна   | P             | 58,65 | 12,00 | -2,2                    | -0,383                 | >0,05               | t = 3,465<br>p <0,05 | t = 0,924<br>p >0,05  | t = 3,484<br>p <0,05  |
|   | M             | 61,09 | 8,30  | 2,7                     | 0,703                  | >0,05               |                      |                       |                       |
|   | A             | 69,80 | 10,97 | 15,9                    | 2,779                  | <0,01               |                      |                       |                       |
| Максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на видиху, л·с <sup>-1</sup> |               |       |       |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
| осінь   | P             | 1,93  | 0,55  |                         |                        |                     | t = 5,268<br>p <0,05 | t = 2,211<br>p <0,05  | t = 3,780<br>p <0,05  |
|   | M             | 2,23  | 0,57  |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
|   | A             | 2,78  | 0,60  |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
| весна   | P             | 2,24  | 0,33  | 16,1                    | 2,464                  | <0,05               | t = 5,242<br>p <0,05 | t = 2,342<br>p <0,05  | t = 2,214<br>p <0,05  |
|   | M             | 2,55  | 0,80  | 14,3                    | 2,257                  | <0,05               |                      |                       |                       |
|   | A             | 2,90  | 0,54  | 4,3                     | 0,743                  | >0,05               |                      |                       |                       |
| Максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на вдиху, л·с <sup>-1</sup>  |               |       |       |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
| осінь   | P             | 1,84  | 0,49  |                         |                        |                     | t = 4,835<br>p <0,05 | t = 2,904<br>p <0,05  | t = 1,866<br>p >0,05  |
|   | M             | 2,23  | 0,65  |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
|   | A             | 2,47  | 0,44  |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
| весна   | P             | 1,78  | 0,41  | -3,3                    | -0,479                 | >0,05               | t = 7,961<br>p <0,05 | t = 1,677<br>p >0,05  | t = 6,441<br>p <0,05  |
|   | M             | 1,98  | 0,61  | -11,2                   | -1,943                 | >0,05               |                      |                       |                       |
|   | A             | 2,97  | 0,63  | 20,2                    | 3,253                  | <0,01               |                      |                       |                       |
| Експурсія грудної клітки, см  |               |       |       |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
| осінь   | P             | 6,68  | 1,72  |                         |                        |                     | t = 2,082<br>p <0,05 | t = 1,032<br>p >0,05  | t = 0,909<br>p >0,05  |
|   | M             | 7,22  | 2,77  |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
|   | A             | 7,71  | 1,81  |                         |                        |                     |                      |                       |                       |
| весна   | P             | 7,40  | 1,17  | 10,8                    | 1,765                  | >0,05               | t = 2,356<br>p <0,05 | t = 1,175<br>p >0,05  | t = 0,531<br>p >0,05  |
|   | M             | 8,00  | 3,16  | 10,8                    | 1,286                  | >0,05               |                      |                       |                       |
|   | A             | 8,29  | 1,50  | 7,5                     | 1,234                  | >0,05               |                      |                       |                       |

При дослідженні особливостей стану дихальної системи учнів 7-их класів були виявлені певні статеві відмінності та залежність річної динаміки даних показників від темпів біологічного дозрівання школярів.

Життєва ємність легень у хлопців упродовж навчального року зростає на 11,5 % – з  $2,27 \pm 0,55$  л до  $2,53 \pm 0,56$  л ( $p < 0,01$ ). ЖЕЛ зростає у трьох групах (на 11,4 %, 5,8 % та 24,6 % відповідно), при чому в акселератів статистично значуще. Наприкінці навчального року виявлена статистично значуща різниця між ретардантами та акселератами й медіантами та акселератами.

Таблиця 2

**Зміни показників дихальної системи дівчат 7-их класів  
упродовж навчального року залежно від темпів біологічного дозрівання**

| Період навчання   | Темп розвитку | X     | Sx    | осінь/ весна            |                        |                        | t / p<br>P/A           | t / p<br>P/M           | t / p<br>M/A           |
|---|---------------|-------|-------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|   |               |       |       | ±%<br>P/P<br>M/M<br>A/A | t<br>P/P<br>M/M<br>A/A | p<br>P/P<br>M/M<br>A/A |                        |                        |                        |
| Життєва ємність легень, л   |               |       |       |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
| осінь   | P             | 2,06  | 0,26  |                         |                        |                        | t = 2,999<br>p < 0,05  | t = 3,226<br>p < 0,05  | t = 0,653<br>p > 0,05  |
|   | M             | 2,33  | 0,48  |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
|   | A             | 2,41  | 0,53  |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
| весна   | P             | 2,11  | 0,40  | 2,4                     | 0,513                  | >0,05                  | t = 2,904<br>p < 0,05  | t = 3,332<br>p < 0,05  | t = 0,571<br>p > 0,05  |
|   | M             | 2,46  | 0,49  | 5,6                     | 1,406                  | >0,05                  |                        |                        |                        |
|   | A             | 2,54  | 0,63  | 5,4                     | 0,805                  | >0,05                  |                        |                        |                        |
| Життєвий індекс, мл·кг <sup>-1</sup>  |               |       |       |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
| осінь   | P             | 59,41 | 6,40  |                         |                        |                        | t = -3,551<br>p < 0,05 | t = -1,613<br>p > 0,05 | t = -2,100<br>p < 0,05 |
|   | M             | 56,02 | 12,21 |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
|   | A             | 50,16 | 11,49 |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
| весна   | P             | 52,87 | 9,11  | -11,0                   | -2,878                 | <0,01                  | t = -1,722<br>p > 0,05 | t = 0,844<br>p > 0,05  | t = -2,695<br>p < 0,05 |
|   | M             | 54,91 | 11,44 | -2,0                    | -0,492                 | >0,05                  |                        |                        |                        |
|   | A             | 48,26 | 9,82  | -3,8                    | -0,641                 | >0,05                  |                        |                        |                        |
| Максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на видиху, л·с <sup>-1</sup> |               |       |       |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
| осінь   | P             | 2,05  | 0,41  |                         |                        |                        | t = 4,159<br>p < 0,05  | t = 0,739<br>p > 0,05  | t = 3,808<br>p < 0,05  |
|   | M             | 2,13  | 0,51  |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
|   | A             | 2,58  | 0,49  |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
| весна   | P             | 2,16  | 0,45  | 5,4                     | 0,885                  | >0,05                  | t = 4,342<br>p < 0,05  | t = 1,558<br>p > 0,05  | t = 3,281<br>p < 0,05  |
|   | M             | 2,34  | 0,52  | 9,9                     | 2,138                  | <0,05                  |                        |                        |                        |
|   | A             | 2,69  | 0,41  | 4,3                     | 0,878                  | >0,05                  |                        |                        |                        |
| Максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на вдиху, л·с <sup>-1</sup>  |               |       |       |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
| осінь   | P             | 1,77  | 0,61  |                         |                        |                        | t = 2,043<br>p < 0,05  | t = 0,832<br>p > 0,05  | t = 1,662<br>p > 0,05  |
|   | M             | 1,89  | 0,54  |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
|   | A             | 2,12  | 0,60  |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
| весна   | P             | 1,98  | 0,58  | 11,9                    | 1,222                  | >0,05                  | t = 1,678<br>p > 0,05  | t = 0,000<br>p > 0,05  | t = 2,048<br>p < 0,05  |
|   | M             | 1,98  | 0,58  | 4,8                     | 0,842                  | >0,05                  |                        |                        |                        |
|   | A             | 2,24  | 0,51  | 5,7                     | 0,777                  | >0,05                  |                        |                        |                        |
| Експурсія грудної клітки, см  |               |       |       |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
| осінь   | P             | 7,02  | 1,63  |                         |                        |                        | t = -2,434<br>p < 0,05 | t = -1,485<br>p > 0,05 | t = -1,263<br>p > 0,05 |
|   | M             | 6,40  | 1,87  |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
|   | A             | 5,87  | 1,71  |                         |                        |                        |                        |                        |                        |
| весна   | P             | 7,33  | 1,89  | 4,4                     | 0,608                  | >0,05                  | t = 0,133<br>p > 0,05  | t = -0,739<br>p > 0,05 | t = 0,940<br>p > 0,05  |
|   | M             | 7,00  | 1,67  | 9,4                     | 1,775                  | >0,05                  |                        |                        |                        |
|   | A             | 7,40  | 1,84  | 26,1                    | 3,106                  | <0,01                  |                        |                        |                        |

У дівчат життєва ємність легень протягом навчального року зростає на 3,4 % – з  $2,29 \pm 0,47$  л до  $2,37 \pm 0,52$  л ( $p > 0,05$ ). ЖЕЛ зростає у трьох групах (на 2,4 %, 5,6 % та 5,4 %

відповідно). Наприкінці навчального року достовірна різниця виявлена між ретардантами та акселератами й ретардантами та медіантами (табл. 1, 2).

Життєвий індекс у хлопців упродовж навчального року зростає на 3,8 % – з  $59,16 \pm 13,13$  мл·кг<sup>-1</sup> до  $61,43 \pm 10,59$  мл·кг<sup>-1</sup> ( $p > 0,05$ ). ЖІ зростає у медіантів та акселератів (на 2,7 % та 15,9 % відповідно), причому в акселератів статистично значуще. У той час як у ретардантів знижується на 2,2 %. Статистично значима різниця наприкінці навчального року виявлена між ретардантами та акселератами й медіантами та акселератами.

У дівчат життєвий індекс протягом навчального року знижується на 4,7 % – з  $55,24 \pm 11,39$  мл кг<sup>-1</sup> до  $52,78 \pm 10,23$  мл кг<sup>-1</sup> ( $p > 0,05$ ). ЖІ знижується у трьох групах (на 11,0 %, 2,0 % та 3,8 % відповідно), причому у ретардантів достовірно. Наприкінці навчального року достовірна різниця виявлена між медіантами та акселератами (табл. 1, 2).

Максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на видиху у хлопців упродовж навчального року зростає на 8,2 % – з  $2,31 \pm 0,67$  л·с<sup>-1</sup> до  $2,50 \pm 0,69$  л·с<sup>-1</sup> ( $p > 0,05$ ). МОШ вид. зростає у трьох групах (на 16,1 %, 14,3 % та 4,3 % відповідно), при чому у ретардантів та медіантів статистично значуще. Наприкінці навчального року виявлена статистично значуща різниця між усіма групами.

У дівчат МОШ вид. протягом навчального року зростають на 6,3 % – з  $2,23 \pm 0,53$  л·с<sup>-1</sup> до  $2,38 \pm 0,49$  л·с<sup>-1</sup> ( $p < 0,05$ ). Зростають ці показники у трьох групах (на 5,4 %, 9,9 % та 4,3 % відповідно), причому у медіантів достовірно. Наприкінці навчального року достовірна різниця виявлена між ретардантами та акселератами й медіантами та акселератами (табл. 1, 2).

Максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на вдиху у хлопців упродовж навчального року незначно знижується на 0,5 % – з  $2,18 \pm 0,61$  л с<sup>-1</sup> до  $2,17 \pm 0,76$  л с<sup>-1</sup> ( $p > 0,05$ ). Достовірно зростають ці показники в акселератів на 20,2 %, тоді як у ретардантів та медіантів знижуються (на 3,3 % та 11,2 % відповідно). Наприкінці навчального року виявлена статистично значуща різниця між ретардантами та акселератами й медіантами та акселератами.

У дівчат МОШ вдих. протягом навчального року зростає на 5,4 % – з  $1,92 \pm 0,58$  л·с<sup>-1</sup> до  $2,03 \pm 0,56$  л·с<sup>-1</sup> ( $p > 0,05$ ). Ці показники зростають у трьох групах (на 11,9 %, 4,8 % та 5,7 % відповідно). Наприкінці навчального року достовірна різниця виявлена між медіантами та акселератами (табл. 1, 2).

Експерсія грудної клітки у хлопців упродовж навчального року збільшується на 5,9 % – з  $7,29 \pm 2,69$  см до  $7,72 \pm 2,29$  см ( $p > 0,05$ ). Зростають дані показники на 10,8 %, 10,8 % та 7,5 % відповідно у трьох групах. Наприкінці навчального року виявлена статистично значуща різниця між ретардантами та акселератами.

У дівчат експерсія грудної клітки протягом навчального року зростає на 10,2 % – з  $6,41 \pm 1,80$  см до  $7,14 \pm 1,67$  см ( $p < 0,01$ ), збільшуючись у трьох групах (на 4,4 %, 9,4 % та 26,1 % відповідно), причому в акселератів статистично значуще (табл. 1, 2).

Таким чином, упродовж навчального року зміни окремих параметрів стану дихальної систем загалом відповідають закономірностям їх вікового розвитку. Так, у хлопців протягом навчального року зростає життєва ємність легень ( $p < 0,01$ ), життєвий індекс ( $p > 0,05$ ), показники максимальної об'ємної швидкості повітряного потоку на видиху ( $p > 0,05$ ), експерсія грудної клітки ( $p > 0,05$ ).

У дівчат упродовж навчального року знижується життєвий індекс ( $p > 0,05$ ), зростає життєва ємність легень ( $p > 0,05$ ), показники максимальної об'ємної швидкості повітряного потоку на видиху ( $p < 0,05$ ) та вдиху ( $p > 0,05$ ), експерсія грудної клітки ( $p < 0,01$ ).

Виявлено залежність річної динаміки стану дихальної системи від темпів біологічного дозрівання школярів. Протягом навчального року у хлопців із прискореними темпами біологічного дозрівання фіксується вираженішим підвищенням життєвої ємності легень порівняно з ретардантами (24,6 % та 11,4 % відповідно), у той час як у хлопців з уповільненим темпом біологічного дозрівання відмічаються вираженіші зміни підвищення максимальної об'ємної швидкості повітряного потоку на видиху (16,1 % та 4,3 % відповідно).

У дівчат із прискореними темпами біологічного дозрівання впродовж навчального року відмічається вираженіше підвищення життєвої ємності легень порівняно з ретардантами

(5,4 % та 2,4 % відповідно), тоді як у дівчат з уповільненим темпом біологічного дозрівання відмічаються більш виражені зміни підвищення максимальної об'ємної швидкості повітряного потоку на вдиху (11,9 % та 5,7 % відповідно) та зниження життєвого індексу (11,0 % та 3,8 % відповідно).

Водночас низкою інших досліджуваних параметрів стану дихальної системи між хлопцями з різними темпами біологічного дозрівання спостерігаються різноспрямовані зміни протягом навчального року: життєвий індекс знижується у ретардантів на 2,2 % та зростає у медіантів та акселератів (на 2,7 % та 15,9 % відповідно), максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на вдиху знижується у ретардантів та медіантів (на 3,3 % та 11,2 % відповідно) та зростає на 20,2 % в акселератів.

Проведено порівняльний аналіз кореляції показників дихальної системи із хронологічним та біологічним віком школярів 11 – 16 років. Виявлено, що в дівчат існує тісний взаємозв'язок ( $p < 0,001$ ) усіх досліджуваних показників стану дихальної системи як з хронологічним, так і з біологічним віком: життєва ємність легень ( $r = 0,572$  й  $0,582$  відповідно), максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на видиху ( $r = 0,404$  й  $0,441$ ), максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на вдиху ( $r = 0,371$  й  $0,376$ ). Не виявлено достовірного кореляційного зв'язку життєвого індексу з хронологічним віком, але з біологічним віком він статистично значущий ( $r = -0,142$ ).

У хлопців кореляційний аналіз досліджуваних показників дихальної системи також виявив їх достовірний взаємозв'язок як з хронологічним так і з біологічним віком ( $p < 0,001$ ): життєва ємність легень ( $r = 0,655$  й  $0,744$  відповідно), життєвий індекс ( $r = 0,166$  й  $0,132$ ), максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на видиху ( $r = 0,383$  й  $0,597$ ), максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на вдиху ( $r = 0,594$  й  $0,736$ ). Виявлено статистично значущу більшу залежність таких показників як життєва ємність легень ( $p < 0,05$ ), максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на видиху і вдиху ( $p < 0,001$ ) саме від темпів біологічного дозрівання.

Результати наших досліджень певною мірою узгоджуються з даними інших авторів – у міру збільшення розмірів грудної клітки в період статевого дозрівання збільшується й сила дихальних м'язів, завдяки чому зростають резервні можливості вентиляційної системи. Зокрема, ЖЕЛ до 13 років досягає 2100 мл, 2400 мл у хлопців і 2420 мл у дівчат, 2600 мл [6]. До 15 років ЖЕЛ наближається до дефінітивного рівня.

За даними Г. Л. Апанасенка (1992), життєвий індекс практично не змінюється від 6-го до 7-го класу у хлопців ( $51,3 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$  й  $51,7 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$  відповідно) та зростає до  $55,0 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$  у 8-у класі. У дівчат ЖІ від 6-го до 8-го класу знижується з  $49,7 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$  до  $44,4 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

За показниками А. Г. Хрипкової (1990), від 12 до 15 років ЖЄЛ зростає у хлопців від 1,97 л до 2,6 л, а у дівчат – від 1,91 л до 2,53 л. За даними Т. Ю. Круцевич (1999) ЖІ від 11 до 15 років зростає у хлопців від  $40 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$  до  $57 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$ , та у дівчат – від  $42 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$  до  $51 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

У міру біологічного дозрівання підлітків зростають потреби в кисні. Якщо в дівчат 12-13 років з II стадією статевого дозрівання споживання кисню становить 42 % від величини споживання 18-річної дівчини, то у дівчат того ж віку, але з V стадією статевого дозрівання воно становить вже 75 % [7].

Ці автори вважають, що не тільки стадія статевого дозрівання, але й календарний вік визначають розвиток функції дихальної системи. Причому, на їхню думку, при фізичному навантаженні особливо помітні розходження по станом зрілості дихальної функції. При цьому наводиться приклад, коли дівчата одного біологічного (V стадія), але різного календарного віку (12-13 і 15-16 років) мали вищий ступінь напруження системи дихання у віці 12-13 років в умовах навантаження, однакового за потужністю й часом виконання.

Таким чином, при виявленні функціональних можливостей системи дихання, що забезпечують стан стійкої працездатності необхідно враховувати однаковою мірою як календарний, так і біологічний вік підлітків.

### Висновок

У хлопців порівняно з дівчатами відмічається більш сприятливий стан дихальної системи за показниками життєвого індексу ( $p < 0,05$ ), максимальної об'ємної швидкості повітряного потоку на видиху ( $p > 0,05$ ) та вдиху ( $p < 0,01$ ), екскурсії грудної клітки ( $p < 0,001$ ).

Установлено, що школярі з різним рівнем біологічного дозрівання у середині однієї віково-статевої групи відрізняються між собою за показниками стану дихальної системи як на початку, так і наприкінці навчального року. Достовірні відмінності виявлено між хлопцями акселератами й ретардантами за показниками життєвої ємності легень, форсованого дихання, екскурсії грудної клітки. Між дівчатами крайніх темпів біологічного дозрівання також виявлено статистично значущу різницю за показниками життєвої ємності легень, життєвого індексу, форсованого дихання, екскурсії грудної клітки. У хлопців й дівчат із прискореними темпами біологічного дозрівання на тлі більших абсолютних величин життєвої ємності легень, потужності вдиху й видиху виявлено нижчий життєвий індекс порівняно зі школярами з уповільненим темпом біологічного дозрівання.

Виявлено також суттєву гетерохронність упродовж навчального року стану дихальної системи як у хлопців, так і у дівчат, обумовлену темпами біологічного дозрівання школярів.

**Перспективи подальших досліджень** у цьому напрямку можуть полягати в проведенні лонгітюдних досліджень динаміки стану системи дихання протягом навчання в школі та врахуванні особливостей розвитку системи дихання при організації фізичного виховання підлітків з урахуванням темпів їх біологічного розвитку.

### Список літератури

1. Апанасенко Г. Л. Медицинская валеология / Г. Л. Апанасенко, Л. А. Попова – К. : Здоров'я, 1998. – 248 с.
2. Возрастная физиология и школьная гигиена : пособие для студ. пед. ин-тов / А. Г. Хрипкова, М. В. Антропова, Д. А. Фарбер. – М. : Просвещение, 1990. – 319 с.
3. Гарсия Х. Возрастная динамика силы и выносливости школьников за последнее пятилетие // Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков. – М., 1985. – С. 91–92.
4. Калайнова П. Особенности приспособительных реакций подростков к физической нагрузке в зависимости от степени их биологической зрелости / П. Калайнова, Н. Семова и др. // Гигиена и санитария. – 1980. – № 5. – С. 50–52.
5. Круцевич Т. Ю. Методы исследования индивидуального здоровья детей и подростков в процессе физического воспитания : [учеб. для студ. вузов физ. воспитания и спорта] / Татьяна Юрьевна Круцевич. – К. : Олимпийская литература, 1999. – 232 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 163–167.
6. Кузнецова Т. Д. Возрастные изменения функции дыхания у детей от рождения до 14 лет // Современные проблемы физиологии дыхания. – Куйбышев, 1980. – С. 91–98.
7. Кузнецова Т. Д. Характеристика дыхательной системы / Т. Д. Кузнецова, Е. В. Соколов // Физиология подростка. – М. : Педагогика, 1988. – С. 94–108.
8. Кузнецова Т. Д. Динамика функциональных показателей дыхательной системы подростков 12-13 лет в процессе адаптации к дозированной нагрузке / Т. Д. Кузнецова, Е. В. Соколова, О. Т. Озолина [и др.] // Особенности развития физиологических систем школьника. – М., 1983. – С. 40–47.
9. Чижик В. В. Розробка методів оцінки біологічного віку підлітків / В. В. Чижик, В. О. Гринчук, С. Г. Сябрук // Науковий вісник Волин. держ. ун-ту. – Серія : Біологія. Медицина. – Луцьк, 2000. – № 4. – С. 53–57. – Бібліогр.: с. 57.
10. Paterson D. H. Longitudinal study of ventilation threshold and maximal  $\text{VO}_2$  uptake in athletic boys / Paterson D. H., McLellan T. M., Stella R. S. & Cunningham D. A. // Journal of Applied Physiology. – 1987. – № 62. – P. 2051–2057.
11. Chizhyk V. V. Age-related dynamics work capacity of teenagers and its relation to Biological Maturity / Chizhyk V. V., Romanyuk V. P., Sitovsky A. M., Chizhyk Y. M. // Wychowanie fizyczne i sport physical education and sport : Sixth international Scintifik Congress Modern Olimpik Sport and Sport for All. – Varsaw, 2002. – P. 541–542.

## СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ДИХАНИЯ ПОДРОСТКОВ С РАЗНЫМИ ТЕМПАМИ БИОЛОГИЧЕСКОГО СОЗРЕВАНИЯ

Андрей СИТОВСКИЙ

*Луцкий институт развития человека Университета „Украина”*

**Аннотация.** Установлено, что школьники с разным уровнем биологического созревания, в пределах одной возрастно-половой группы, отличаются между собой за показателями состояния дыхательной системы как в начале, так и в конце учебного года. Выявлено, также, существенную гетерохронность на протяжении учебного года состояния дыхательной системы как у ребят, так и у девушек, обусловленную темпами биологического созревания школьников.

**Ключевые слова:** подростки, темпы биологического созревания, система дыхания.

## STATE OF RESPIRATORY ADOLESCENTS WITH DIFFERENT RATES OF BIOLOGICAL MATURATION

Andryi SITOVSKYI

*Lutsk Institute «Ukrain» of Human Development University*

**Annotation.** It is established that students with different levels of biological maturation, within the one age-gender group differ in terms of respiratory system at the beginning and the end of the school year. There are also significant heterochrony of the respiratory system among the boys and girls due to the period of biological maturation of schoolchildren within an academic year.

**Key words:** biological maturation, teenagers, respiratory system.