

Коваленко Станіслав Олександрович

доктор біологічних наук, професор

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

kovstas@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4631-0464>

Завгородня Вікторія Анатоліївна

кандидат біологічних наук, викладач

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

victoria_myronyuk@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6754-1501>

Кудій Людмила Іванівна

кандидат біологічних наук, доцент

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

kudiy0702@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4736-4317>

Луценко Олена Іванівна

кандидат біологічних наук, старший викладач

Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

olena85lutsenko@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3705-8743>

ОСОБЛИВОСТІ РИТМУ ДИХАННЯ У ЗДОРОВИХ МОЛОДИХ ЧОЛОВІКІВ І ЖІНОК ЗА РІЗНИХ УМОВ

Проведено порівняльний аналіз дихального ритму та його варіативності в умовах спокою, ортопроби та психоемоційного навантаження у здорових осіб різної статі. Встановлено, що в положенні лежачи у чоловіків на фоні повільнішого ритму дихання його варіативність є відносно меншою. В умовах ортостазу виявлено більші зрушення у групі осіб жіночої статі, що проявлялися уповільненням дихання, переважно за рахунок активної інспіраторної фази, разом із відносно більшою варіабельністю ритму. Психоемоційне навантаження викликало прискорення дихання у всіх обстежуваних, при цьому варіативність тривалості респіраторного циклу у чоловіків зменшувалася, а у жінок відмічено різноспрямовані реакції.

Ключові слова: дихальний ритм; варіативність тривалості спіроциклу; уповільнення дихання; інспіраторна фаза; ортопроба; психоемоційне навантаження.

Постановка проблеми

Однією з фундаментальних властивостей організму людини є функціонування його систем у певних ритмах, які мають власну варіативність [1]. У цих коливальних процесах відображається складна взаємодія механізмів регуляції фізіологічних функцій, у тому числі й дихання [2]. Значна кількість досліджень у цьому напрямку присвячена аналізу варіабельності серцевого ритму [3-4], який широко використовується для моніторингу та прогнозування стану людини [5].

Аналіз останніх публікацій. Наявні чисельні відомості про варіативність дихання у людини як у спокої, так і за різних впливів. Встановлено, що нерівномірність дихального ритму відображає ступінь емоційного напруження, прояв цієї нерівномірності зростає за

умов харчової поведінки, больових реакцій, гострого емоційного стресу, при втомі під час реальної виробничої діяльності [6]. Існують дані про можливість використання математичного аналізу дихального ритму для оцінки тону вегетативної нервової системи при порушеннях серцевого ритму [7]. Крім цього, на основі вивчення варіабельності дихання та результатів спектрального аналізу дихальних ритмів визначено найбільш інформативні показники для об'єктивної діагностики психогенної задишки [8]. На думку К. R. Casey et al. [9], вивчення структури дихального циклу може мати практичну значимість для оцінки стану організму та його порушень під час сну. Більш того, за допомогою поліграфії за методом «детектора брехні» зміни дихальних хвиль розглядають як провідний показник для оцінки стану людини при правдивій або брехливій відповіді на питання дізнавача [10].

У наших дослідженнях з'ясовано особливості реактивності ритму дихання на різні навантаження залежно від вихідного типу дихання у чоловіків [11]. Також встановлено, як спрямованість тренувального процесу впливає на дихальну ритміку при дозованих навантаженнях у спортсменів [12]. Однак у цьому аспекті недостатньо вивченими залишаються особливості варіативності дихального ритму в осіб різної статі. Цілком імовірно, що зміни патерну дихального циклу за певних впливів будуть залежати від статі людини [13].

Мета. Проведення порівняльного аналізу варіативності ритму дихання в спокої та реакцій його характеристик в умовах ортопроби й психоемоційного навантаження у здорових молодих чоловіків і жінок.

Матеріал та методи дослідження

Дослідження проведено з дотриманням основних біоетичних положень Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1994-2008 рр.). У вимірюваннях брали участь 88 чоловіків та 30 жінок віком 17-23 років за умов, наближених до стану основного обміну, у положенні лежачи, при ортопробі та при виконанні тесту психоемоційного навантаження [14]. У кожній обстежуваній жінки тестування проводили тричі: у фолікулярну, овуляторну та лютеїнову фази оваріально-менструального циклу, отримані значення показників у подальшому усереднювали для стандартизації дослідження. Визначення фаз циклу проводили за анамнезом, вимірюванням базальної температури та за допомогою набору струменевих тестів на овуляцію «Solo» (IND Diagnostic, Inc., Канада).

Вимірювання проводили з 8-ї до 11-ї години ранку, запис пневмограми здійснювався після 15-хвилинного відпочинку обстежуваної людини в положенні лежачи. Сигнали реєстрували по 5 хвилин у положенні лежачи, при ортопробі (2-хвилинний перехідний період після зміни положення тіла у вертикальне не враховувався при аналізі запису) і з 3-ї по 8-му хвилини 10-хвилинного психоемоційного навантаження. Сигнали пневмограми, що реєстрували за допомогою п'єзоелектричного датчика, встановленого перед ніздрями носа, цифрували через АЦП ADC 1280, а потім аналізували за допомогою комп'ютерної програми, розробленої в нашій лабораторії [15]. Тривалість дихального циклу і його фаз визначали як відстань між відповідними точками пневмограми (рис. 1).

Аналіз дихального ритму (breath-to-breath) проводили методом часового аналізу, який аналогічний визначенню показників варіабельності ритму серця [16]. Для цього обраховували середнє значення дихального циклу (M), його моду (Mo), середні значення тривалості фаз вдиху (In), видиху (Exp), їх співвідношення (In/Exp), розкид коливань значень тривалості спіроциклу (dX), середньоквадратичне відхилення (SDNN) та коефіцієнт варіації (CV). Реактивність змін показників розраховували у % відносно до вихідного рівня у спокої лежачи.

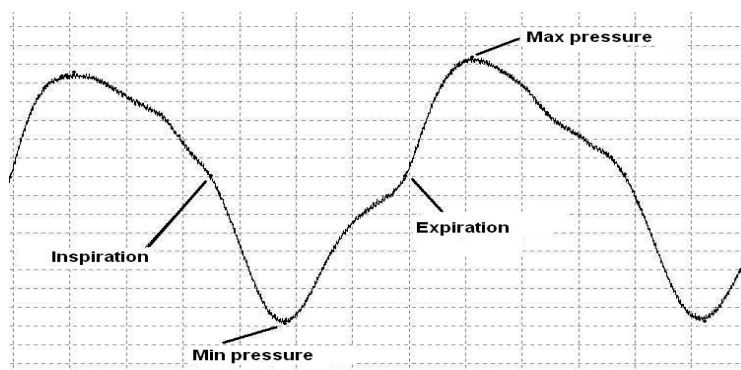


Рис. 1. Фрагмент запису пневмограми з поставленими критичними точками

У зв'язку з ненормальністю розподілу значень реактивності оцінюваних показників визначали їх медіани, межі 25 та 75 перцентилів, а для показників розподілених нормально – середні значення та їх похибку. Вірогідність різниць між групами оцінювали відповідно за U-критерієм Mann-Whitney та t-критерієм Стьюдента [17].

Результати та їх обговорення

Візуальна оцінка пневмограм виявила суттєві відмінності у ритмі дихання різних осіб. Так, на рис. 2 представлені часові ряди послідовної (breath-to-breath) тривалості респіраторних циклів у спокої лежачи у трьох здорових молодих жінок.

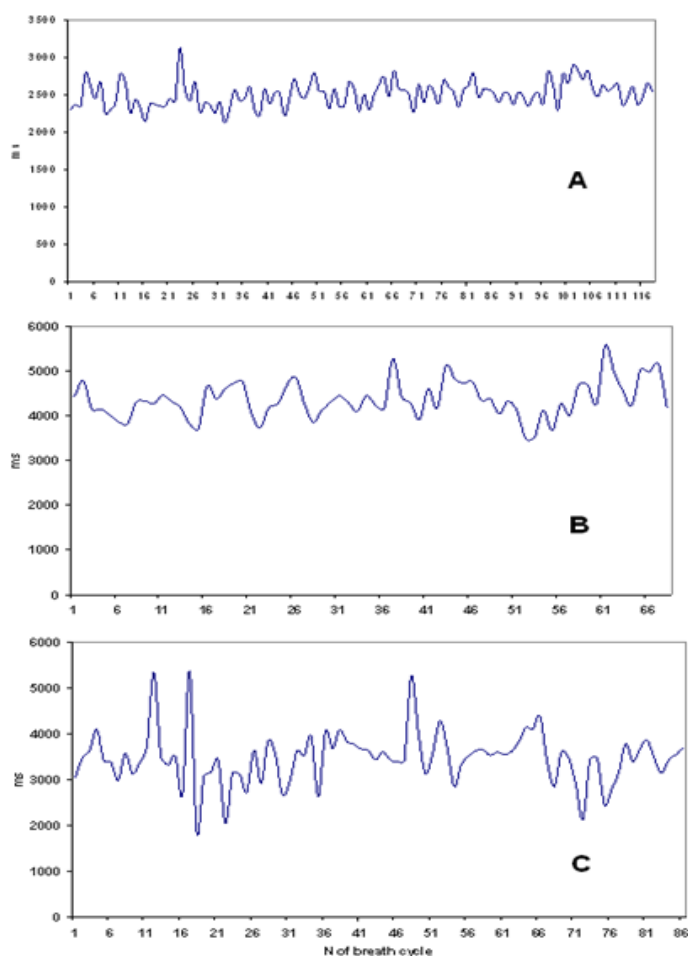


Рис. 2. Тривалості респіраторних циклів (мс) у різних жінок при 5-хвилинних рестраціях у спокої лежачи

Показано, що амплітуда та характер дихальних коливань у різних обстежуваних мала індивідуальні риси. На графіках представлені як гармонічні, так і неперіодичні компоненти.

Останнє узгоджується з літературними даними, в яких описано, що при реєстрації послідовної тривалості спіроциклів може бути присутній "білий шум", періодичні коливання або невідповідні неперіодичні коливання [18].

Наявність суттєвих варіацій тривалості дихальних циклів у жінок підтверджується й результатами, представленими у таблиці 1.

Таблиця 1

Показники ритму дихання у чоловіків (Ч) і жінок (Ж) за різних станів

Показники	Лежачи		Ортопроба		Психоемоційне навантаження	
	Ж	Ч	Ж	Ч	Ж	Ч
M, мс	3226±63	4390±166#	3604±88	4399±122#	2902±48	2994±61
In, мс	1506±31	1999±69#	1730±51	2058±65#	1306±28	1231±30*
Exp, мс	1721±50	2409±111#	1876±54	2339±66#	1611±33	1837±97▲
In/Exp	0,91±0,02	0,86±0,02▲	0,95±0,03	0,89±0,02▲	0,83±0,02	0,72±0,02#
Mo, мс	3073±54	4191±153#	3397±85	4193±130#	2770±46	2859±51
dX, мс	3740±244	3886±388	5031±288	4013±209#	4047±261	3261±423*
SDNN, мс	643±56	766±92	926±60	788±43▲	591±40	495±62
CV, %	18,7±1,1	15,9±1,2*	24,5±1,1	17,6±0,7#	19,7±1,1	15,5±1,5▲

Примітка: * - $p < 0,05$; ▲ - $p < 0,01$; # - $p < 0,001$ – вірогідність різниць у порівнянні зі значеннями у жінок

Так, у положенні лежачи поряд з високо вірогідними відмінностями у значеннях тривалості спіроциклу та його фаз, які були більшими у чоловіків, величини SDNN та dX в обох групах майже не відрізнялися. Примітно, що CV у жінок був значуще більшим ($p < 0,05$). Отже, виявляється, що у чоловіків ритм дихання є повільнішим (частота дихання (ЧД) близько 14 цикл./хв.) порівняно з жінками (ЧД близько 19 цикл./хв.), проте варіативність у них менша.

Припускаємо, що це вказує на відносну економічність системи зовнішнього дихання у чоловіків, а рівномірність дихальних циклів – на менше напруження механізмів регуляції у цієї групи обстежуваних у порівнянні з жінками. Згідно з літературними джерелами, ЧД пов'язана з кисневим запитом органів і тканин організму та відображає величину фізичного напруження, тоді як нерівномірність дихання свідчить про рівень емоційного напруження [6].

Перехід тіла у вертикальне положення викликав певні перебудови у характері дихального ритму в обстежуваних обох груп. Загалом спостерігаємо таку тенденцію: тривалість спіроциклу та його фаз змінюються незначно, що пов'язано з різноспрямованістю реакцій в осіб різної статі, тому фонові міжгрупові відмінності зберігаються. Однак детальний аналіз напрямку реакцій тривалості спіроциклу та його фаз (табл. 2) вказує на відносно більше уповільнення ритму дихання у групі жінок, причому переважно за рахунок подовження саме активної фази спіроциклу, оскільки в положенні стоячи експірація відбувається пасивно, значною мірою під впливом гравітаційного чинника. Це підтверджують дані таблиці 1, відповідно до яких показник In/Exp залишається у жінок достовірно більшим, а його значення вказує на відносно більший внесок у спіроцикл тривалості вдиху у цій групі обстежуваних, ніж у чоловіків. Така перебудова у структурі дихального циклу в групі жінок, ймовірно, обумовлена вертикалізацією положення тіла у просторі, що запускає додаткові сигнали до дихального

центру не лише від хемо- та барорецепторних зон, але й від пропріорецепторів антигравітаційних м'язів, центрів контролю рівноваги, механорецепторів зміщених органів черевної порожнини тощо.

Що стосується варіативності дихального ритму, то в положенні стоячи відмічено деяке збільшення значень dX, SDNN, CV, особливо у групі жінок, що й виявило значущі міжгрупові різниці за даними показниками. Отже, в умовах ортостазу дихальний ритм у жінок характеризується більшими зрушеннями, ніж у чоловіків, які на фоні уповільнення дихання, здебільшого за рахунок подовження інспіраторної фази, супроводжуються відносно більшою варіативністю дихального ритму.

Аналіз варіативності дихального ритму та реакцій значень його показників на психоемоційне навантаження в обстежуваних різної статі показав наступне. Значення тривалості спіроциклу та його фаз характеризувалися проявом майже виключно односпрямованих зрушень, які вказували на прискорення дихання за таких умов. Причина цього цілком зрозуміла, оскільки разом з переходом тіла в положення сидячи організм зазнає ще й певного збудження симпатoadреналової системи, виконуючи психоемоційне навантаження, яке націлене на досягнення кращого результату. Варто зауважити, що у чоловіків ці зміни проглядалися виразніше, про що свідчать значення реакцій за показниками M, Mo, In, Exp, які в цій групі обстежуваних були достовірно більшими ($p < 0,001$). Саме тому в умовах психоемоційного навантаження міжгрупові відмінності за значеннями M та Mo нівелювалися. Разом із тим, звертає увагу збереження значущих різниць за показниками In та Exp у групах обстежуваних різної статі. Навіть більше, як видно з даних таблиці 1, у жінок порівняно довшою стає інспіраторна фаза, а в чоловіків – експіраторна, що відображено у значеннях In/Exp, які суттєво відрізняються ($p < 0,001$) в групах осіб різної статі.

Таблиця 2

Реактивність дихального ритму (%) у чоловіків (Ч) і жінок (Ж) при зміні положення тіла та психоемоційному навантаженні

Показники	Ортопроба Me [25%; 75%]		Психоемоційне навантаження Me [25%; 75%]	
	Ж	Ч	Ж	Ч
M	10,49 [0,95; 21,87]	5,25* [-10,04; 20,74]	-8,14 [-18,41; 5,25]	-28,53# [-41,29; -12,41]
In	14,61 [-2,52; 24,10]	8,16 [-12,16; 21,79]	-12,73 [-22,71; -0,93]	-36,45# [-44,09; -21,31]
Exp	7,04 [-3,89; 23,06]	2,36 [-11,85; 19,49]	-3,54 [-14,84; 9,68]	-19,97# [-37,41; -6,40]
In/Exp	1,17 [-8,05; 13,27]	2,94 [-6,08; 20,94]	-9,85 [-18,82; 2,41]	-12,86 [-28,43; -0,34]
Mo	8,70 [0,00; 20,69]	0,00* [-11,12; 19,20]	-8,70 [-17,79; 6,93]	-29,63# [-36,36; -9,11]
dX	27,24 [-7,43; 105,94]	33,80 [-12,36; 76,99]	6,25 [-37,13; 75,37]	-24,19# [-51,51; 12,93]
SDNN	36,83 [1,52; 120,19]	30,17 [-9,97; 76,64]	-9,73 [-38,21; 49,75]	-32,07# [-61,79; -10,62]
CV	30,22 [-2,92; 81,39]	20,99 [-5,17; 57,84]	-2,45 [-26,18; 49,74]	-3,64 [-41,72; 27,34]

Примітка: * - $p < 0,05$; # - $p < 0,001$ – вірогідність різниць у порівнянні зі значеннями реакцій у жінок

Цікаво відмітити, що у чоловіків поряд із більшим прискоренням дихання, ніж у жінок, виявляється зменшення його варіативності, на що вказує напрямок реакцій значень показників dX , $SDNN$ та CV . В той же час у жінок виявлено надто різноспрямовані зрушення цих параметрів, що, напевно, зумовило наявність міжгрупових різниць ($p < 0,001$) за значеннями dX та $SDNN$. Отримані результати дещо різняться з даними літератури, в яких емоційне напруження супроводжувалося збільшенням варіативності дихального ритму людини [6]. Однак у нашому випадку психоемоційне навантаження моделювали виконанням тесту по переробці зорово-моторної інформації в режимі зворотного зв'язку, тривалість якого була достатньою для впрацьовування різних систем організму, при цьому аналіз досліджуваних показників проводили у період стійкого стану (стабілізації параметрів). Цілком можливо, що вже в цей період психоемоційного навантаження дихальний центр підібрав оптимальний режим вентиляції легень, який відображав стійкий (рівномірний) характер дихального ритму в обстежуваних чоловіків.

Таким чином, підсумовуючи отримані дані, можна заключити, що патерн дихального ритму в осіб різної статі суттєво відрізняється як в умовах спокою, так і під впливом дозованих навантажень. При цьому у чоловіків порівняно з жінками в стані спокою дихання є не лише повільнішим, але й рівномірнішим. В умовах вертикалізації тіла в осіб цієї групи ритм дихання зазнає менших змін, а при виконанні психоемоційного навантаження – хоча й реакція майже всіх показників була значуще більшою, але варіативність респіраторного циклу була меншою. Виявлені особливості ритму дихання в осіб чоловічої статі можна розцінювати як ознаку економізації дихання в стані спокою та кращого пристосування до пропонованих навантажень.

Висновки

Ритм дихання суттєво відрізняється у здорових молодих осіб різної статі. У стані спокою особливості дихального ритму у чоловіків порівняно з групою жінок проявлялися повільнішим диханням із меншою варіативністю.

В умовах ортостазу встановлено більші зрушення дихального ритму у жінок, які характеризувалися уповільненням дихання, переважно за рахунок активної фази інспірації, разом із відносно більшою його варіабельністю.

Психоемоційне навантаження сприяло прискоренню дихання в обстежуваних різної статі, на фоні якого у чоловіків варіативність ритму зменшувалась, тоді як у жінок зміни виявилися різноспрямованими.

Врахування статевих особливостей може підвищити діагностичну та прогностичну цінність методу часового аналізу варіативності дихального ритму для об'єктивної оцінки функціонального стану організму людини.

Список використаної літератури

1. Флейшман А. Н. Вариабельность ритма сердца и медленные колебания гемодинамики. Нелинейные феномены в клинической практике. 2-е изд. Новосибирск: Изд-во: СО РАН. 2009. 194 с.
2. Urfy M. Z., Suarez J. I. Breathing and the nervous system. *Handbook of Clinical Neurology*. 2014. Vol. 119. P. 241-250. doi: 10.1016/B978-0-7020-4086-3.00017-5
3. Kovalenko S. O., Kudij L. I., Lutsenko O. I. Peculiarities of male and female heart rate variability. *Science and Education a New Dimension: Natural and Technical Sciences*. 2013. I (2). Issue 15. P. 17-20.
4. Коваленко С. О. Характеристика та теоретичні основи методів аналізу варіабельності серцевого ритму. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2017. Вип. 2. С. 223-233.
5. Caetano J., Delgado Alves J. Heart rate and cardiovascular protection. *European Journal of Internal Medicine*. 2015. 26(4). P. 217-222. doi: 10.1016/j.ejim.2015.02.009
6. Вагин Ю. Е. Неравномерность ритма дыхания как показатель эмоционального напряжения. *Сеченовский вестник*. 2015. № 2(20). С. 13–23.
7. Козырев О. А., Богачев Р. С. Использование математического анализа ритма дыхания для определения вегетативного тонуса. *Вестник аритмологии*. 1999. №11. С. 23-25.

8. Гришин В. Г. Вариабельность дыхания в норме и при функциональных нарушениях регуляции внешнего дыхания. Автореферат дис... кандидата биол. наук. Новосибирск. 2011. 21 с.
9. Casey K. R., Cantillo K. O., Brown L. K. Sleep-related hypoventilation/hypoxemic syndromes. *Chest*. 2007. 131(6). P. 1936-1948. doi: 10.1378/chest.06-2334
10. Grubin D., Madsen L. Lie detection and the polygraph: A historical review. *The Journal of Forensic Psychiatry and Psychology*. 2005. V. 16. Issue 2. P. 357–369. doi.org/10.1080/14789940412331337353
11. Кудий Л. И., Калениченко А. В., Кудий А. П. Реактивность дыхательного ритма при умственной и физической нагрузке у мужчин с различным типом дыхания. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2004. Вип. 8. С. 111-116.
12. Кудий Л. И., Хоменко С. Н., Калениченко А. В. Особенности дыхательного ритма в условиях дозированных нагрузок у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2007. Вип. 8. С. 70-73.
13. Лопатин В. А., Кроль Т. М., Кидралиева А. С. Произвольные гиповентиляционные изменения дыхания по типу брадипноэ у здоровых небеременных женщин, а также при нормальной и осложненной беременности. *Физиология человека*. 1990. Т.16, №4. С. 103-107.
14. Макаренко М. В. Методика проведення обстежень та оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності людини. *Фізіологічний журнал*. 1999. Т.45, №4. С. 125-131.
15. Коваленко С. А., Кушниренко А. Е. Программная система определения показателей кардиодинамики в различных фазах дыхательного цикла. *Кибернетика и вычислительная техника*. 1999. Вып. 124. С. 92-98.
16. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *European Heart Journal*. 1996. 17(3). P.354-381.
17. Stanton A. Glantz Primer of biostatistics. McGraw hill: seven editions. 2012. 320 p.
18. Bruce E. N. Temporal variations in the pattern of breathing. *Journal of Applied Physiology* (1985). 1996. 80(4). P. 1079-1087. doi: 10.1152/jappl.1996.80.4.1079

References

1. Fleischmann, A.N. (2009). Variability of heartbeat and slow hesitations of hemodynamics. Nonlinear phenomena in the clinic. 2nd edition. Novosibirsk: Publisher SO RAN. 194. (in Rus.).
2. Urfy, M.Z. & Suarez, J.I. (2014). Breathing and the nervous system. *Handbook of Clinical Neurology*. 119. 241-250. doi: 10.1016/B978-0-7020-4086-3.00017-5
3. Kovalenko, S.O., Kudij, L.I. & Lutsenko, O.I. (2013). Peculiarities of male and female heart rate variability. *Science and Education a New Dimension: Natural and Technical Sciences*. I (2). 15. 17-20.
4. Kovalenko, S.O. (2017). Characteristics and theoretical foundations of methods for analyzing heart rate variability. *Ukrayinskiy zhurnal meditsini, biologiyi ta sportu [Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sport]*. 2. 223-233 (in Ukr.).
5. Caetano, J. & Delgado, Alves J. (2015). Heart rate and cardiovascular protection. *European Journal of Internal Medicine*. 26(4). 217-222. doi: 10.1016/j.ejim.2015.02.009
6. Vagin, Yu.E. (2015). The unevenness of respiratory rhythm as an indicator of emotional stress. *Sechenovskiy vestnik [Sechenov Medical Journal]*. 2(20). 13–23. (in Rus.).
7. Kozyrev, O.A. & Bogachev, R.S. (1999). Using mathematical analysis for definitions breathing rhythm autonomic tone. *Vestnik aritmologii [Journal of Arrhythmology]*. 11. 23-25 (in Rus.).
8. Grishin, V.G. (2011). Breathing variability in normal condition and with functional disorders of the regulation of external respiration. Abstract of the candidate of biological sciences. Novosibirsk. 21. (in Rus.).
9. Casey, K.R., Cantillo, K.O. & Brown, L.K. (2007). Sleep-related hypoventilation/hypoxemic syndromes. *Chest*. 131(6). 1936-1948. doi: 10.1378/chest.06-2334
10. Grubin, D. & Madsen, L. (2005). Lie detection and the polygraph: A historical review. *The Journal of Forensic Psychiatry and Psychology*. 16 (2). 357–369.
11. Kudij, L.I., Kalenichenko, A.V. & Kudij, A.P. (2004). The reactivity of the respiratory rhythm during mental and physical load in men with different types of breathing. *Pedagogika, psihologiya ta mediko-biologichni problemi fizicnogo vihovanna i sportu [Pedagogics, Psychology, Medical-biological Problems of Physical Training and Sports]*. 8. 111-116. (in Rus.).
12. Kudij, L.I., Khomenko, S.N. & Kalenichenko, A.V. (2007). Peculiarities of the respiratory rhythm in conditions of dosed loads in athletes with different directions of the training process. *Pedagogika, psihologiya ta mediko-biologichni problemi fizicnogo vihovanna i sportu [Pedagogics, Psychology, Medical-biological Problems of Physical Training and Sports]*. 8. 70-73. (in Rus.).
13. Lopatin, V.A., Krol', T.M. & Kidralieva, A.S. (1990). Voluntary hypoventilation changes in the breathing pattern of the bradypnea type in healthy nonpregnant women and in normal and complicated pregnancies. *Fiziologiya cheloveka [Human Physiology]*. 16(4). 103-107. (in Rus.).

14. Makarenko, M.V. (1999). A method for performing a study and assessment of the individual neurodynamic properties of human higher nervous activity. *Fiziologichnyi zhurnal [Physiological Journal]*. 45(4). 125-131 (in Ukr.).
15. Kovalenko, S.A. & Kushnirenko, A.E. (1999). Program system for determining indicators cardiodynamics in different phases of the respiration cycle. *Kibernetika y vichislitel'naya tehnika [Cybernetics and Computer Engineering]*. 124. 92-98 (in Rus.).
16. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). *European Heart Journal*. 17(3). P.354-381.
17. Stanton, A. Glantz. (2012). *Primer of biostatistics*. McGraw hill: seven editions. 320 p.
18. Bruce, E.N. (1996). Temporal variations in the pattern of breathing. *Journal of Applied Physiology* (1985). 80(4). 1079-1087. doi: 10.1152/jappl.1996.80.4.1079

S. A. Kovalenko, V. A. Zavhorodnia, L. I. Kudii, O. I. Lutsenko Peculiarities of Respiratory Rhythm in Healthy Young Men and Women under Different Conditions

Introduction. *The functioning of physiological systems in the body occurs in certain rhythms with its own variability, which reflects the complex interaction of regulatory mechanisms. The nature of the respiratory rhythm in humans, both at rest and under load, has certain features that are manifested in the duration of spirocycles (phases and their ratio), their variability, manifestation and direction of reactions, which may depend on gender.*

Purpose. *Carrying out of the comparative analysis of variability of a respiratory rhythm at rest and reactions of its characteristics in the conditions of orthoprobe and psychoemotional load in healthy young men and women.*

Methods. *The measurements involved 88 men and 30 women aged 17-23 years under conditions close to the state of basal metabolism, in the supine position, in orthoprobe and performing the test of psycho-emotional load. The obtained pneumograms, which were recorded using a piezoelectric sensor, were analyzed using a computer program developed by us. The duration of the spirocycle and its phases were defined as the distance between the corresponding points of the pneumogram. Studies of respiratory rhythm (breath-to-breath) were performed by the method of temporal analysis on the following indicators: the average value of the respiratory cycle (M), its mode (Mo), the average values of the phases of inspiration (In), exhalation (Exp), their ratio (In / Exp), variation of spirocycle duration (dX), standard deviation (SDNN) and coefficient of variation (SV). The reactivity of changes in indicators was calculated in % relative to baseline at rest.*

Results. *The pattern of respiratory rhythm in people of different sexes differs significantly both at rest and under the influence of dosed loads. At rest, the sexual features of the respiratory rhythm were revealed, which were manifested by slower breathing with less variability in men compared with the group of women. Under conditions of orthostasis, greater changes in respiratory rhythm were found in women who were characterized by slow breathing, mainly due to the active phase of inspiration, together with its relatively greater variability. Psycho-emotional load contributed to the acceleration of respiration in subjects of different sexes, against which the variability of rhythm in men decreased, while in women the changes were multidirectional.*

Originality. *Peculiarities of respiratory rhythm in persons of different sexes are shown. Significant gender differences in the duration of the respiratory cycle and its variability at rest have been established. Peculiarities of manifestation and direction of reactions according to indicators of respiratory rhythm variability under the influence of orthoprobe and psychoemotional load in men and women are revealed.*

Conclusions. *Establishing gender differences in the duration of the spirocycle and indicators of its variability indicate the need to take into account this factor to increase the diagnostic and prognostic value of the method of temporal analysis of respiratory rhythm variability in assessing the functional state of the human body. It is necessary to find out the peculiarities of the respiratory rhythm in women, taking into account the phases of the ovarian-menstrual cycle.*

Key words: *respiratory rhythm, variability of spirocycle duration, deceleration of breathing, inspiratory phase, orthoprobe, psycho-emotional load.*

Одержано редакцією: 22. 09. 21

Прийнято до публікації: 13. 12. 21