

УДК 612.2:57.034

DOI 10.34014/2227-1848-2019-3-98-105

СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПАТТЕРНА ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У СТУДЕНТОВ С РАЗНЫМИ ХРОНОТИПАМИ*

С.И. Павленко^{1,2}, О.А. Ведясова¹

¹ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева», г. Самара, Россия;

²ЧУОО ВО «Медицинский университет «Реавиз», г. Самара, Россия

e-mail: pavlenko.snezhanna@mail.ru.

Цель. Анализ паттерна внешнего дыхания у студентов с утренним, дневным и вечерним типами активности в условиях покоя и после монотонной умственной нагрузки в разное время дня весенне-летнего и осенне-зимнего периодов года.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись студенты – «жаворонки», «голуби» и «совы». Индивидуальный хронотип испытуемых определяли с помощью теста Хорна–Остберга в модификации Путилова, а также анкетирования по Московченко. Внешнее дыхание регистрировали методом спирографии утром, днем и вечером в исходном состоянии и после выполнения монотонной умственной нагрузки. Анализировали изменения объемных и временных показателей спирограммы.

Результаты. Выявлено, что «голубям» и «жаворонкам» свойственна более выраженная по сравнению с «совами» сезонная и дневная динамика внешнего дыхания. У «голубей» исходные значения параметров паттерна дыхания и их изменения при монотонной умственной нагрузке в дневные и вечерние часы в осенне-зимнем периоде были больше, чем в весенне-летнем. У «жаворонков» подобные сезонные различия паттерна дыхания также отмечались в покое и при нагрузке, но в утреннее и вечернее время суток. У «сов» сезонная зависимость внешнего дыхания проявлялась в виде доминирования его реакций на работу в вечернее время дня осенне-зимнего периода года.

Заключение. Полученные данные отражают хронотипическую зависимость сезонных и циркадианных изменений внешнего дыхания. На основании результатов исследования можно говорить о разном вкладе дыхательных реакций в механизмы трудовой адаптации у лиц с утренним, дневным и вечерним типами активности в различные сезоны года.

Ключевые слова: паттерн дыхания, сезонные изменения, хронотипы, монотонная нагрузка, студенты.

Введение. В настоящее время значительно усилился интерес физиологов и клиницистов к ритмическим вариациям биологических и поведенческих паттернов [1, 2]. Данный аспект исследований очень актуален в плане оптимизации режимов сна и отдыха, организации трудового и учебного процесса [3], ослабления негативных эффектов социального джетлага на организм человека [4]. Заслуживает внимания разработка вопроса о биоритмах внешнего дыхания, в т.ч. о мезоритмах (циркадианных) и макроритмах (циркаднуальных) его паттерна у человека в различных условиях среды обитания и при раз-

ных видах деятельности [5]. Ритмологический анализ дыхания как функции, определяющей уровень здоровья и адаптационный потенциал организма, особенно важен в отношении школьников и студентов [6, 7], у которых график учебного времени не совпадает с циркадианными параметрами физиологических функций [8], что является причиной десинхронозов и нарушения адаптации.

Цель исследования. Анализ паттерна внешнего дыхания у студентов с утренним, дневным и вечерним типами активности в условиях покоя и после монотонной умственной нагрузки в разное время дня весенне-летнего и осенне-зимнего периодов года.

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-29-14073.

Материалы и методы. Исследование проведено в осенне-зимний и весенне-летний периоды учебного года на студентах Самарского университета в возрасте 19–23 лет с соблюдением правил биоэтики в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации. Хронотипы испытуемых определяли общепринятым методом с помощью теста Д. Хорна – О. Остберга в модификации А.А. Путилова [9] и анкеты О.Н. Московченко [10]. В весенне-летний период были обследованы 27 «жаворонков», 46 «голубей» и 53 «совы», а в осенне-зимний – соответственно 29, 54 и 50 представителей указанных хронотипов. Внешнее дыхание регистрировали на компьютерном спирографе КМ-АР-01-«Диамант» до и после выполнения дозированной умственной нагрузки монотонного характера. Монотонность работы создавалась непрерывным последовательным выполнением корректурных тестов и задач на арифметический счет в уме. В указанные сезоны года каждого испытуемого обследовали в утренние, дневные и вечерние часы в течение одного дня. Анализировали изменения минутного объема дыхания (МОД, л/мин), дыхательного объема (ДО, л), частоты дыхания (ЧД, цикл/мин), времени вдоха (Твд, с) и выдоха (Твйд, с), дыхательного коэффициента (Твд/Твйд), длительности дыхательного цикла (Тц, с), объемной скорости инспираторного потока ($\dot{V}_i$, л/мин). Статистическую обработку полученных данных проводили в программе SigmaPlot 12.0, достоверными считали различия при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Анализ спирограмм, зарегистрированных у студентов в состоянии покоя и после монотонной умственной деятельности, показал наличие сезонных особенностей паттерна внешнего дыхания у представителей всех хронотипов. При этом наблюдаемые сезонные различия более заметно проявлялись у «жаворонков» и «голубей».

Оценивая паттерн дыхания у утреннего хронотипа, следует отметить, что в состоянии покоя межсезонные различия касались ряда показателей спирограмм и отмечались в утренние и вечерние часы (рис. 1). Так, в весенне-летнем периоде утренние значения

МОД и ЧД у данного хронотипа были меньше соответственно на 21,8 и 15,3 % ($p < 0,05$), чем в осенне-зимнем периоде. Отмечаемое во второй половине года увеличение ЧД в утренние часы было обусловлено увеличением времени выдоха и общей продолжительности дыхательного цикла. В частности, утренние показатели Твйд и Тц весной/летом превышали значения, наблюдаемые осенью/зимой, на 22,9 и 19,1 % ($p < 0,05$) соответственно. Сезонные различия вечерних показателей дыхания у «жаворонков» проявлялись в величине Твйд, которая уменьшалась в осенне-зимний период на 12,7 % по сравнению с весенне-летним периодом. Более выраженные сезонные особенности дыхания, регистрируемые у «жаворонков» в утренние часы, могут быть связаны со временем максимального выброса в кровь кортизола, что происходит у них раньше, чем у большинства людей. Кроме того, согласно литературным данным [11], «жаворонкам» свойственны в целом более высокое содержание кортизола и его более значительные суточные вариации, чем, например, вечернему хронотипу.

Что касается студентов с дневным хронотипом, то межсезонные различия исходных параметров спирограмм отмечались у них в дневные часы, а также, подобно «жаворонкам», вечером и проявлялись в величинах МОД, ЧД, $\dot{V}_i$, Твд и Тц (рис. 2).

В частности, МОД у «голубей» в осенне-зимний сезон в дневные и вечерние часы был выше соответственно на 20,8 ($p < 0,01$) и 18,3 % ($p < 0,05$), чем в весенне-летний период. ЧД у этих студентов осенью/зимой также возрастала по сравнению с первым полугодием, но слабее, чем у «жаворонков» (на 9,4 %; $p < 0,05$), причем эта реакция обуславливалась главным образом изменениями фазы вдоха. Осенью/зимой у «голубей» отмечалось увеличение дневного значения $\dot{V}_i$ на 18,2 % ($p < 0,05$) и уменьшение вечернего значения Твд на 12,9 % ($p < 0,05$) относительно весенне-летних показателей. Характерное для «голубей» наличие сезонных различий в дневных значениях показателей дыхания, вероятно, связано с разным уровнем активации их биоритмов в часы наибольшей суточной активности в весенне-летний и осенне-зимний периоды.

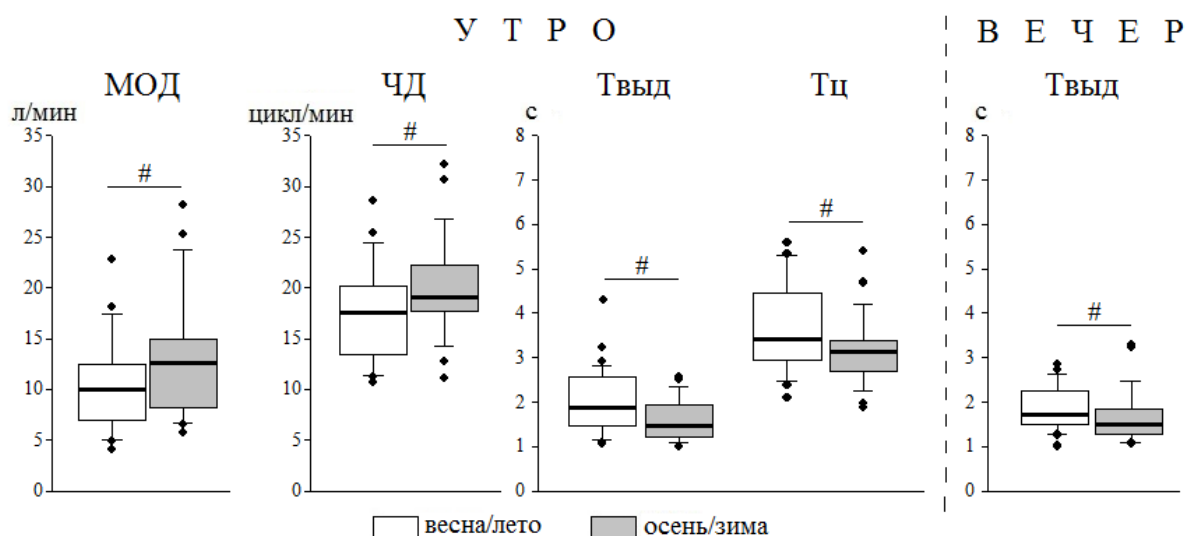


Рис. 1. Сезонные особенности показателей внешнего дыхания у студентов с утренним хронотипом в состоянии покоя в разные периоды дня.

– достоверные различия между весенне-летним и осенне-зимним периодами при $p < 0,05$ (Wilcoxon Signed Rank Test)

Приуроченность сезонных различий паттерна дыхания к утреннему времени дня у «жаворонков» и к дневным часам у «голубей» позволяет говорить о хронотипической зависимости цирканнуальных изменений дыхательной функции. Определенным подтверждением этого служат результаты наблюдений за студентами-«совами», которые в нашем исследовании показали наименьшую чувствительность функции дыхания в состоянии покоя к смене периодов года. Одним из объяснений этого может быть более высокий порог возбудимости, отмечаемый у представителей вечернего типа [3], и, возможно, меньшая их чувствительность к факторам, сопровождающим смену сезонов года.

Изменения дыхания у студентов в ответ на монотонную умственную нагрузку зависели как от типа биоритмов, что нами уже отмечено ранее [7], так и от периода года. У «жаворонков» и «сов» наибольшее количество менявшихся показателей наблюдалось при нагрузке в осенне-зимнем, а у «голубей» в весенне-летнем периоде. В частности, у утреннего типа (табл. 1) весной/летом дыхание менялось только при работе вечером, когда отмечалось уменьшение МОД, обусловленное снижением ДО. В осенне-зимний сезон респираторные реакции у «жаворонков» раз-

вивались при умственной нагрузке в утренние и вечерние часы и касались временных и объемных показателей. Нагрузка утром снижала МОД за счет уменьшения ДО, при выполнении тестов вечером снижение МОД происходило за счет уменьшения ЧД. Кроме того, в оба периода года монотонная нагрузка у «жаворонков» в вечернее время уменьшала объемную скорость инспираторного потока на 11,7 ($p < 0,01$) и 16,7 % ($p < 0,05$) соответственно.

У «голубей» статистически значимые реакции на монотонную нагрузку в оба периода года наблюдались днем и вечером (табл. 1). В весенне-летний период при работе днем среди объемных параметров паттерна дыхания у них достоверно менялись значения ЖЕЛ и V_i (снижение в среднем на 6,1 %; $p < 0,05$), а среди временных – Тц, Твд и Твд/выд, которые увеличивались в среднем на 8,4 % ($p < 0,05$). Выполнение однообразных тестовых заданий в вечерние часы весенне-летнего периода вызывало уменьшение ДО и длительности дыхательного цикла. Несколько иные реакции на нагрузку у «голубей» отмечались в осенне-зимний период. Выполнение тестов в дневные часы в данный сезон года вызывало у них снижение ДО и соответствующее уменьшение МОД. Параллельно

с этим статистически значимо (в среднем на 11,1 %) уменьшались объемная скорость инспираторного потока V_i и коэффициент $T_{вд}/T_{выд}$. Монотонная работа в вечернее время, как и днем, уменьшала у «голубей» МОД (табл. 1).

У «сов» в весенне-летнем периоде значимые реакции на нагрузку наблюдались в

виде снижения ЖЕЛ в утренние часы и пролонгации вдоха при работе днем. В осенне-зимнем периоде реакции дыхания у данного хронотипа проявлялись при работе в вечернее время в виде снижения МОД и V_i в среднем на 9,1 % ($p < 0,05$) в сочетании с уменьшением ЧД на фоне удлинения дыхательного цикла и фазы вдоха (табл. 1).

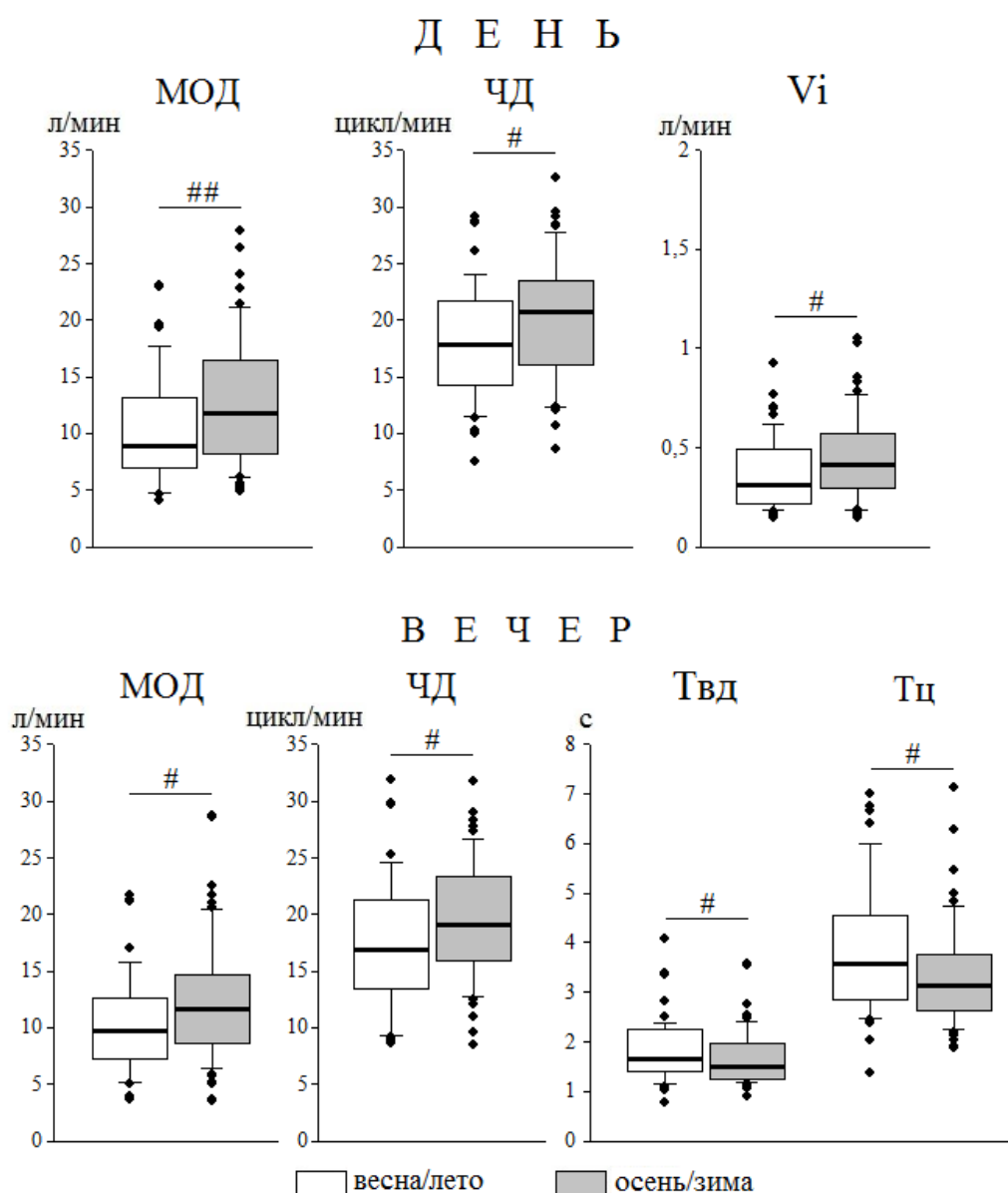


Рис. 2. Сезонные особенности показателей внешнего дыхания у студентов с дневным хронотипом в состоянии покоя в разные периоды дня. Достоверные различия между весенне-летним и осенне-зимним периодами при: # – $p < 0,05$; ## – $p < 0,01$ (Wilcoxon Signed Rank Test)

Таблица 1

**Изменения (% от исходного уровня) параметров паттерна внешнего дыхания
у студентов с утренним, дневным и вечерним хронотипами
после монотонной умственной нагрузки в различные периоды года**

Параметр	«Жаворонки»			«Голуби»			«Совы»		
	Утро	День	Вечер	Утро	День	Вечер	Утро	День	Вечер
Весенне-летний период									
МОД	-9,9	-3,7	-10,3 **	2,9	-5,6	-4,5	-2,1	0,8	-2,3
ДО	-6,8	-4,8	-7,5 *	1,4	4,7	-10,9 *	-4,6	4,9	-1,5
ЧД	-3,1	7,2	0,9	-0,9	-4,6	2,9	2,8	-2,0	-1,6
Vi	-5,3	-5,0	-11,7 **	-2,8	-6,1 *	-5,7	-0,1	-4,4	-2,2
Тц	4,4	5,4	1,7	1,9	4,6 *	6,1 *	-3,7	3,8	0,6
Твд	1,1	5,6	6,1	3,9	8,1 *	-3,8	-3,5	6,7	1,8
Твд/Твыд	-7,1	-2,1	5,3	4,0	13,0 *	-2,8	-3,8	6,1	6,0
ЖЕЛ	-4,3	-1,6	-1,9	-0,2	-6,1 *	-2,4	-5,6 *	2,2	-4,4
Осенне-зимний период									
МОД	-14,3 **	-1,7	-13,6 *	-6,4	-14,8 ***	-7,2 *	-6,0	-3,3	-9,1 *
ДО	-12,1 **	-0,5	-4,7	-4,8	-5,9 *	-4,3	-1,9	-2,9	-5,4 *
ЧД	-0,2	-1,8	-4,3 *	-1,8	-2,6	-0,6	-0,5	-1,4	-3,6
Vi	-11,1	-4,8	-16,7 *	-11,9	-11,3 **	-6,9	-7,3	-0,1	-9,1 *
Тц	-0,63	-2,2	5,2	0,8	3,8	-1,9	-1,8	2,4	-7,2 *
Твд	-8,2	7,4	9,2	3,1	1,8	-0,6	0,5	-4,8	-7,2 *
Твд/Твыд	-8,4	6,4	5,8	1,1	-10,9 *	-1,9	2,0	-0,9	-6,1
ЖЕЛ	-4,5	-1,8	0,4	1,6	-0,8	0,4	-2,7	-1,3	0,6

Примечание. * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ – достоверные изменения относительно состояния покоя (Mann–Whitney Rank Sum Test).

Выявленные у обследованных студентов сезонные особенности фоновых параметров дыхания и его реакций на монотонную умственную нагрузку в разное время дня могут

быть результатом воздействия ряда факторов. В качестве основного фактора следует назвать изменение активности супрахиазматического ядра, которое является ведущим гене-

ратором циркадианных ритмов физиологических функций [12]. Главным внешним регулятором активности циркадианного пейсмекера служат колебания уровня освещенности и длительности световых периодов [13, 14]. Получая информацию об этих колебаниях, супрахиазматическое ядро синхронизирует процессы, протекающие в органах и тканях, и влияет на молекулярные механизмы периферических часов, используя электрические, метаболические и эндокринные сигнальные пути [15]. В частности, характер световых раздражений определяет циркадианные паттерны выработки мелатонина и кортизола [2, 16], регулирующих уровень бодрствования и интенсивность физиологических функций. С учетом этого суточные и сезонные колебания параметров дыхания, наблюдаемые у представителей разных хронотипов, допустимо рассматривать в аспекте сезонных вариаций циркадианного профиля этих гормонов. Последний, как показано на примере мелатонина, зависит от нескольких характеристик светового раздражения, включая его интенсивность, спектральный состав, время и продолжительность воздействия [17]. Очевидно, что эти характеристики существенно различаются в весенне-летние и осенне-зимние месяцы года, что может влиять на сезонные ритмы физиологических функций, в т.ч. дыхания.

Межсезонные различия параметров паттерна дыхания могут также определяться климатическими условиями, характерными для разных периодов года. В ряде исследований отмечен рост МОД в осенний [6] и зимний [5] периоды, трактуемый авторами как результат повышения возбудимости дыха-

тельного центра на фоне низких температур внешней среды. Указанные авторы отмечали, что увеличение МОД осенью/зимой и его снижение весной/летом связаны с колебаниями ДО [5, 6]. Однако у обследованных нами студентов сезонная динамика МОД и его изменения при нагрузке обеспечивались вкладом объемных и временных параметров паттерна дыхания, причем соотношение изменений ДО и ЧД различалось у разных хронотипов. Например, изменения МОД определялись у «жаворонков» снижением ЧД и ДО, у «голубей» – ДО, у «сов» – ЧД, что позволяет говорить о циркадианной типологии сезонных колебаний функции внешнего дыхания.

Заключение. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что паттерн внешнего дыхания характеризуется сезонными изменениями и зависит от индивидуальных хронотипов. Основная тенденция сезонной динамики паттерна дыхания у обследованных лиц заключалась в увеличении минутного объема дыхания в осенне-зимний период относительно весенне-летних месяцев. Реакции дыхания на монотонную умственную нагрузку в осенне-зимний период также имели большую выраженность, чем в весенне-летний сезон. Тенденции в сезонных изменениях внешнего дыхания заметнее проявлялись у студентов с утренним и дневным хронотипами, что можно рассматривать в плане более широкого диапазона адаптивных возможностей дыхательной функции у таких лиц. Допустимо говорить о зависимости вклада реакций внешнего дыхания в механизмы трудовой адаптации студентов в различные сезоны года от циркадианной типологии.

Литература

1. Adan A., Natale V. Gender differences in morningness-eveningness preference. *Chronobiol. Int.* 2002; 19 (4): 709–720.
2. Ba-Ali S., Brondsted A.E., Andersen H.U., Sander B., Jennum P.J., Lund-Andersen H. Assessment of diurnal melatonin, cortisol, activity, and sleep-wake cycle in patients with and without diabetic retinopathy. *Sleep Med.* 2019; 54: 35–42.
3. Rahafar A., Maghsudloo M., Farhangnia S., Vollmer C., Randler C. The role of chronotype, gender, test anxiety, and conscientiousness in academic achievement of high school students. *Chronobiol. Int.* 2016; 33 (1): 1–9.
4. Jankowski K.S. Social jet lag: Sleep-corrected formula. *Chronobiol. Int.* 2017; 34 (4): 531–535.
5. Копытова Н.С., Гудков А.Б. Сезонные изменения функционального состояния системы внешнего дыхания у жителей европейского Севера России. *Экология человека.* 2007; 10: 41–43.

6. Завьялова А.А., Щербина Ф.А., Смолина В.С. Сезонные изменения показателей внешнего дыхания у детей среднего школьного возраста – уроженцев г. Архангельска. *Экология человека*. 2012; 2: 28–31.
7. Ведясова О.А., Павленко С.И., Кретова И.Г. Влияние ментального стресса на параметры паттерна дыхания у студентов с разной циркадианной типологией. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2016; 4: 78–85.
8. Koscec A, Radosevic-Vidacek B, Bakotic M. Morningness-eveningness and sleep patterns of adolescents attending school in two rotating shifts. *Chronobiol. Int.* 2013; 31 (1): 52–63.
9. Путилов А.А. «Совы», «жаворонки» и другие. О наших внутренних часах и их влиянии на здоровье и характер. Москва: Совершенство; Новосибирск: Изд-во НГУ; 1997. 264.
10. Москоченко О.Н. Практикум по основам валеологии: учебное пособие. Красноярск: КГТУ; 1999. 228.
11. Oginska H., Fafrowicz M., Golonka K., Marek T., Mojsa-Kaja J., Tucholska K. Chronotype, sleep loss, and diurnal pattern of salivary cortisol in a simulated daylong driving. *Chronobiol. Int.* 2010; 27 (5): 959–974.
12. Арушанян Э.Б., Попов А.В. Современные представления о роли супрахиазматических ядер гипоталамуса в организации суточного периодизма физиологических функций. *Успехи физиологических наук*. 2011; 42 (4): 39–58.
13. McGlashan E.M., Poudel G.R., Vidafar P., Drummond S.P.A., Cain S.W. Imaging individual differences in the response of the human suprachiasmatic area to light. *Front. Neurol.* 2018; 9: 1022. DOI: 10.3389/fneur.2018.01022.
14. Farajnia S., van Westering T.L., Meijer J.H., Michel S. Seasonal induction of GABAergic excitation in the central mammalian clock. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2014; 111: 9627–9632.
15. Albrecht U. Timing to perfection: the biology of central and peripheral circadian clocks. *Neuron*. 2012; 74: 246–260.
16. Aubin S., Kupers R., Ptito M., Jennum P. Melatonin and cortisol profiles in the absence of light perception. *Behav. Brain Res.* 2017; 317: 515–521.
17. Adamsson M., Laike T., Morita T. Annual variation in daily light exposure and circadian change of melatonin and cortisol concentrations at a northern latitude with large seasonal differences in photoperiod length. *J. Physiol. Anthropol.* 2017; 36 (6). DOI: 10.1186/s40101-016-0103-9.

SEASONAL CHARACTERISTICS OF EXTERNAL RESPIRATION PATTERN IN STUDENTS WITH DIFFERENT CHRONOTYPES

S.I. Pavlenko^{1,2}, O.A. Vedyasova¹

¹Samara National Research University named after S.P. Korolev, Samara, Russia

²Medical University "Reaviz", Samara, Russia

e-mail: pavlenko.snezhanna@mail.ru.

The objective of the paper is to analyze the external respiration pattern in students with morning, afternoon and evening types of activity at rest and after monotonous mental work load during the day in the spring-summer and autumn-winter seasons.

Materials and Methods. The authors examined three chronotypes: eveningness with a delayed sleep period (owls), morningness with an advanced sleep period (larks) and indifferent or asynchronous chronotype (pigeons). The individual chronotype was determined using Horne and Ostberg morningness-eveningness questionnaire in Putilov's modification and Moskvchenko questionnaire. In the morning, afternoon and evening spirometry was used to record external respiration in the normal condition and after monotonous mental load. Changes in the volume and time spirogram parameters were analyzed.

Results. It was found out that "pigeons" and "larks" demonstrated more evident seasonal and daily external respiration dynamics if compared to "owls". In "pigeons", the initial values of the breathing pattern parameters and their changes during monotonous mental stress in the daytime and evening hours in the autumn-winter period were higher than in the spring-summer period. In "larks", similar seasonal differences in the respiration pattern were also observed at rest and under load, but only in the morning and in the evening. In "owls," the reaction of external respiration seasonal dependence to work was more evident in the evening in the autumn-winter period.

Conclusion. The data obtained reflect the chronotypic dependence of seasonal and circadian changes in external respiration. Based on the results of the study, we can talk about various influence of respiratory reactions on the mechanisms of labor adaptation in people with morning, afternoon and evening types of activity in different seasons.

Keywords: breathing pattern, seasonal changes, chronotypes, monotonous load, students.

References

1. Adan A., Natale V. Gender differences in morningness-eveningness preference. *Chronobiol. Int.* 2002; 19 (4): 709–720.
2. Ba-Ali S., Brondsted A.E., Andersen H.U., Sander B., Jennum P.J., Lund-Andersen H. Assessment of diurnal melatonin, cortisol, activity, and sleep-wake cycle in patients with and without diabetic retinopathy. *Sleep Med.* 2019; 54: 35–42.
3. Rahafar A., Maghsudloo M., Farhangnia S., Vollmer C., Randler C. The role of chronotype, gender, test anxiety, and conscientiousness in academic achievement of high school students. *Chronobiol. Int.* 2016; 33 (1): 1–9.
4. Jankowski K.S. Social jet lag: Sleep-corrected formula. *Chronobiol. Int.* 2017; 34 (4): 531–535.
5. Kopytova N.S., Gudkov A.B. Sezonnye izmeneniya funktsional'nogo sostoyaniya sistemy vneshnego dykhaniya u zhitel'ey evropeyskogo Severa Rossii [Seasonal changes in the functional state of the external respiration system in the residents of the European North of Russia]. *Ekologiya cheloveka.* 2007; 10: 41–43 (in Russian).
6. Zav'yalova A.A., Shcherbina F.A., Smolina V.S. Sezonnye izmeneniya pokazateley vneshnego dykhaniya u detey srednego shkol'nogo vozrasta – urozhentsev g. Arkhangel'ska [Seasonal changes in the indicators of external respiration in children of secondary school age, residents of Arkhangelsk]. *Ekologiya cheloveka.* 2012; 2: 28–31 (in Russian).
7. Vedyasova O.A., Pavlenko S.I., Kretova I.G. Vliyanie mental'nogo stressa na parametry patterna dykhaniya u studentov s raznoy tsirkadiannoy tipologiyey [Influence of mental stress on breathing pattern parameter in students with different circadian typology]. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskii zhurnal.* 2016; 4: 78–85 (in Russian).
8. Koscec A., Radosevic-Vidacek B., Bakotic M. Morningness-eveningness and sleep patterns of adolescents attending school in two rotating shifts. *Chronobiol. Int.* 2013; 31 (1): 52–63.
9. Putilov A.A. «Sovy», «zhavoronki» i drugie. O nashikh vnutrennikh chasakh i ikh vliyaniy na zdorov'e i kharakter [“Owls”, “larks” and others. Our internal watches and their impact on health and character]. Moscow: Sovershenstvo; Novosibirsk: Izd-vo NGU; 1997. 264 (in Russian).
10. Moskovchenko O.N. *Praktikum po osnovam valeologii* [Laboratory manual on the basics of valeology]: uchebnoe posobie [textbook]. Krasnoyarsk: KGTU; 1999. 228 (in Russian).
11. Oginska H., Fafrowicz M., Golonka K., Marek T., Mojsa-Kaja J., Tucholska K. Chronotype, sleep loss, and diurnal pattern of salivary cortisol in a simulated daylong driving. *Chronobiol. Int.* 2010; 27 (5): 959–974.
12. Arushanyan E.B., Popov A.V. Sovremennye predstavleniya o roli suprakhiyazmaticheskikh yader gipotalamusa v organizatsii sutochnogo periodizma fiziologicheskikh funktsiy [Modern ideas about the role of hypothalamus suprachiasmatic nuclei in the organization of daily physiological functions]. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk.* 2011; 42 (4): 39–58 (in Russian).
13. McGlashan E.M., Poudel G.R., Vidafar P., Drummond S.P.A., Cain S.W. Imaging individual differences in the response of the human suprachiasmatic area to light. *Front. Neurol.* 2018; 9: 1022. DOI: 10.3389/fneur.2018.01022.
14. Farajnia S., van Westering T.L., Meijer J.H., Michel S. Seasonal induction of GABAergic excitation in the central mammalian clock. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2014; 111: 9627–9632.
15. Albrecht U. Timing to perfection: the biology of central and peripheral circadian clocks. *Neuron.* 2012; 74: 246–260.
16. Aubin S., Kupers R., Ptito M., Jennum P. Melatonin and cortisol profiles in the absence of light perception. *Behav. Brain Res.* 2017; 317: 515–521.
17. Adamsson M., Laike T., Morita T. Annual variation in daily light exposure and circadian change of melatonin and cortisol concentrations at a northern latitude with large seasonal differences in photoperiod length. *J. Physiol. Anthropol.* 2017; 36 (6). DOI: 10.1186/s40101-016-0103-9.