

ISSN 2225-6016

ВЕСТНИК

*Смоленской государственной
медицинской академии*

Том 16, №2

2017



ОБЗОРЫ

УДК 67.034:612.014.4

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИЦ С РАЗЛИЧНЫМИ ХРОНОТИПАМИ

© Глуткин С.В., Чернышева Ю.Н., Зинчук В.В., Балбатун О.А., Орехов С.Д.

Гродненский государственный медицинский университет, Беларусь, 230009, Гродно, ул. Горького, 80

Резюме: приведенный обзор основан на литературных и собственных данных об организации биоритмов организма, демонстрирует их роль в процессах саморегуляции. Рассматриваются основные биоритмы человека и механизмы их функционирования. Представлены методики определения, частота встречаемости и комплексная характеристика различных хронотипов. Результаты исследований свидетельствуют о том, что большинство физиологических процессов, в том числе и интегративная деятельность нервной системы, подвержены закономерным колебаниям у представителей различных хронотипов. Ряд факторов могут изменять нормальное течение биологических ритмов в организме, приводить к развитию патологических состояний. Рассогласование ритмов негативно влияет на многие жизненные функции, характер эмоционального реагирования, особенности поведенческого стереотипа. Рассмотрено функционирование организма с учетом его хронотипа при адаптации к изменяющимся условиям среды.

Ключевые слова: биоритм, хронотип, десинхроноз, эмоции, адаптация, человек

PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PERSONS WITH DIFFERENT CHRONOTYPES

Glutkin S.V., Chernyshova J.N., Zinchuk V.V., Balbatun A.A., Orehov S.D.

Grodno State Medical University, Belarus, 230009, Grodno, Gorky St., 80

Summary: this review is based on the literature and our own data on the human body biological rhythms organization and demonstrates their role in self-autoregulation. Essential human biorhythms and mechanisms of their functioning are discussed. Methods of determination, distribution and complex characteristics of different chronotypes are presented. Scientific data indicate that the majority of physiological processes, including integrative activity of the nervous system, are naturally fluctuating in people with different chronotypes. Some factors can alter the normal body biological rhythmicity and lead to the development of pathological states. It is demonstrated that rhythmicity imbalance produces a negative impact on many vital functions, character of the emotional response and behavioral pattern parameters. Body functioning, considering the chronotype, during adaptation to changing environmental conditions is discussed.

Key words: biorhythm, chronotype, desynchronosis, emotions, adaptation, human

Введение

В живых системах физиологические процессы подвержены закономерным циклическим колебаниям, биологическим ритмам, которые являются самоподдерживающимися, генетически запрограммированными, автономными, а также формирующимися при взаимодействии организма со средой [23]. Цикличность физиологических функций на всех уровнях организма является одним из неперменных свойств живой материи [1, 29]. Описано более 400 физиологических показателей в организме человека, подверженных суточным колебаниям. Биологические ритмы с одной стороны являются одним из важных механизмов приспособления организма к окружающей среде, а с другой – служат универсальным критерием его функционального состояния, работоспособности и благополучия [23]. Биологические ритмы играют огромную роль в саморегуляции живых систем и регуляции экологических связей.

Основные биоритмы и механизмы их регуляции

Главная часть «биологических часов» организма (центральный осциллятор) расположен в супрахиазмальных ядрах (СХЯ) переднего гипоталамуса. Каждый нейрон СХЯ является самостоятельным, генетически запрограммированным осциллятором, интервал «хода» которого определяется скоростью определенных биохимических реакций в клетке. Внутриклеточная петля

обратной связи, лежащая в основе механизма «молекулярных часов» СХЯ, заключается в синтезе белков, которые с определенной периодичностью подавляют их собственное образование, распадаются и вновь синтезируются [16].

Световой поток взаимодействует в сетчатке со специфическим пигментом меланопсином, изменяя электрическую активность центрального водителя суточного ритма, от которого по волокнам симпатической вегетативной нервной системы информация передается в верхний шейный ганглий, из которого отходят волокна к эпифизу, секретирующему мелатонин в темную фазу фотопериода [7]. При нахождении в постоянной темноте суточный ритм выброса мелатонина сохраняется, поддерживаемый периодической активностью СХЯ, в то время как яркий свет блокирует синтез мелатонина. СХЯ и эпифиз находятся между собой в реципрокных взаимоотношениях. Световой поток возбуждает нейроны СХЯ гипоталамуса и тормозит эпифиз, а мелатонин, вырабатываемый в нем, тормозит активность нервных клеток СХЯ, осуществляя, таким образом, регуляцию внутрисуточной ритмики [16].

Мелатонин осуществляет гормональную регуляцию суточного ритма периферических органов, через соответствующие рецепторы, кроме того, обнаружены прямые связи СХЯ с печенью, надпочечниками и некоторыми другими органами, через которые осуществляется нервная регуляция суточного ритма периферических органов [7]. Мелатонин обладает широким спектром действия. В частности, влияет на ряд показателей кислородзависимых процессов, протекающих в организме [13]. Выявлен его эффект на формирование кислородтранспортной функции крови и поддержание прооксидантно-антиоксидантного равновесия [12, 14].

Биологические ритмы отражают периодически повторяющуюся по характеру и времени активность физиологических процессов, присущую всем организмам и составляющую основу его пространственно-временной функциональной организации. Классификация биоритмов человека представлена в табл. 1.

Одними их важнейших биологических ритмов являются циркадианные ритмы, которые представляют собой эндогенные активные самоподдерживающиеся колебания, порождаемые в самой живой системе.

Таблица 1. Классификация биоритмов человека

Характеристика	Продолжительность
Ультрадианные	16±4 часов
Циркадианные (околосуточные)	24±4 часов
Инфрадианные	28 часов - 4 суток
Циркасептанные (околонедельные)	7±3 суток
Циркатригигантные (околомесячные)	30±5 суток
Ультраннуальные	несколько месяцев
Цирканнуальные	около 1-го года

Обычно цикл этих ритмов не соответствует точно 24 часам. У большинства людей он составляет примерно 25 часов и требует ежедневной «подгонки», которая в организме осуществляется посредством изменения светового потока [16].

Циркадианные ритмы характерны для функционирования дыхательной системы. Установлена суточная зависимость в изменении таких параметров внешнего дыхания как дыхательный объем, резервный объем вдоха (РОВд), резервный объем выдоха, жизненная емкость легких (ЖЕЛ), максимальная вентиляция легких, частота дыхания [22].

Показателям сердечно-сосудистой системы (ССС) также свойственна суточная ритмичность. В динамике ритма артериального давления (АД) зачастую выражен 12-часовой, или суточный двухфазовый ритм. Установлено, что эндогенный ритм АД имеет вечернюю акрофазу. Утренний подъем АД, вероятно, обусловлен косвенными факторами, подготовляющими симпатoadреналовые механизмы пробуждения. Циркадианный ритм частоты сердечных сокращений (ЧСС) неизменно монофазен с единым пиком в дневные часы, синхронным времени дневного снижения АД [10].

Скорость переработки мозгом информации, принятие решения, способность к запоминанию и работоспособность, в целом, выше в утренние и дневные часы, чем в вечерние и ночные [21]. При изучении психологического статуса спортсменов выявлена циркадианная ритмичность показателей активности и настроения, ультрадианная ритмичность (14 часов) – настроения [22].

Большое значение имеет также исследование годовых ритмов. Отмечаются циклические изменения организма ежегодно во время смены времен года. Различными исследователями зарегистрированы у человека сезонные колебания содержания в крови воды и электролитов, холестерина, ряда ферментов и глюкозы. Также меняются состав и свойства форменных элементов: средний диаметр и осмотическая резистентность эритроцитов, фагоцитарная активность лейкоцитов, концентрация белка и активность моноаминоксидазы в тромбоцитах [24]. Максимальные сезонные величины мезора ЧСС у юношей отмечены в весенний период года относительно осени, зимы и лета, тогда как для осеннего времени года характерны минимальные значения [29].

В осенне-зимний период суточный ритм общей антиоксидантной активности слюны наиболее выражен, при этом мезор и амплитуда суточного ритма общей антиоксидантной активности слюны имеют более высокие значения, чем в весенне-летний период [7]. Показано, что естественное освещение в период «белых ночей» на широте Сыктывкара достоверно снижает амплитуду суточного ритма общей антиоксидантной активности слюны. Для общей антиоксидантной активности слюны человека также характерен циркадианный ритм с максимальными значениями показателя в ранние утренние часы (шесть часов утра), кроме того, половых различий суточной динамики этого показателя не обнаружено, отмечено лишь некоторое снижение максимума общей антиоксидантной активности слюны с возрастом [7].

Нами проведено комплексное психолого-физиологическое обследование студентов медицинского университета и школьников после перехода на летнее и зимнее время [26]. При сравнительном анализе динамики порогов кожной электрочувствительности выявлены достоверные изменения минимального, среднего и болевого порогов. Показатели болевых ощущений понижались сразу после перевода часов, сохранялись пониженными в течение недели, повышались к концу второй. Также был проведен анализ динамики средних стандартизированных значений шкал личностного опросника, выбора цвета по тесту Люшера и результатов выполнения теста Крепелина у всех обследованных, однако не было обнаружено достоверных различий ни по одному показателю из всех применявшихся экспериментально-психологических методик между временными точками [15].

Организм представляет собой сложно организованную временную систему, где все части постоянно взаимодействуют между собой и с окружающей средой. Знание биоритмологических особенностей позволяет снизить риск возникновения различных заболеваний, повысить производительность труда, эффективность терапевтических мероприятий [17]. Многие патологические процессы в организме сопровождаются нарушением временной организации физиологических функций, и в то же время рассогласование ритмов является одной из причин выраженных патологических изменений в организме (десинхроз) [22]. Неблагоприятные факторы окружающей среды приводят к различным нарушениям биологических ритмов человеческого организма, в частности, к развитию основной формы хронопатологии – десинхронозу [17].

Широко известен особый феномен – «джетлаг» (от англ. jet – реактивный самолёт и англ. lag – запаздывание). Синдром смены часового пояса связан с несовпадением индивидуального биоритма человека с глобальным дневным ритмом и вызван быстрой сменой часовых поясов. Для него характерен сбой внутренних биологических часов суточного циркадианного ритма. В Международной классификации болезней (МКБ-10) джетлаг вместе со всеми циркадианными расстройствами сна отнесен к группе «Нарушения цикличности и бодрствования» [8].

Биологические ритмы являются проявлением фундаментального свойства органического мира, обеспечивает его способность адаптации и выживания в циклически меняющихся условиях внешней среды. В этом аспекте особый интерес представляет функционирование организма с учетом его индивидуальных особенностей с точки зрения организации биоритмических процессов.

Определение хронотипа и частота встречаемости различных хронотипов

Для обозначения индивидуальных особенностей организации суточных ритмов предложен термин «хронотип». В первой половине XX в. началось активное изучение молекулярных, нервных и медицинских аспектах ритмичности функций органов и систем человека. В 1939 г. нейрофизиолог Н. Клейтман выдвинул предположение о существовании базового 24-часового ритма «бодрствование-сон». В 1970 г. шведский психолог О. Оквист начал научное изучение хронотипа и предложил опросник для определения хронотипа. Было выделено три разновидности хронотипа: утренний («жаворонки»), промежуточный (индифферентный, аритмичный, асинхронный, «голуби») и вечерний («совы»). В 1976 г. Дж. Хорн и О. Остберг модифицировали опросник Оквиста и предложили общепринятый тест Хорна-Остберга для определения хронотипа (Horne

and Ostberg Morningness-Eveningness Questionnaire, MEQ) [33]. Имеются также опросник А.А. Путилова для определения особенностей цикла «бодствование-сон», мюнхенский тест и др. [6, 22, 36].

Ориентировочная частота распределения хронотипов: 15% – утренний тип, 20% – вечерний и 65% – аритмичный [3, 36]. В настоящее время накоплено значительное количество данных о различиях утреннего и вечернего хронотипов (таблица 2). Утренний хронотип характеризуется ранним пробуждением (4⁰⁰-6⁰⁰), хорошей работоспособностью до обеда и ранним засыпанием (20⁰⁰-22⁰⁰). Асинхронный тип просыпается на 1-2 часа позже утреннего типа, активен весь день и засыпает около 23⁰⁰. Люди вечернего типа, если позволяют условия, просыпаются поздно (8⁰⁰-10⁰⁰ и более), медленно вработываются и часто мало работоспособны до обеда. После 16⁰⁰ активность «сов» возрастает, и они могут продуктивно работать до 24⁰⁰-2⁰⁰ и позже. Наиболее приспособленным к современным социальным условиям жизни является асинхронный тип [32, 38]. Наименее пластичны биоритмы у утреннего типа и сдвиг часов, особенно, вечерняя и ночная работа, негативно отражаются на их самочувствии. Вечерний тип занимает промежуточное положение по способности адаптироваться к новому временному режиму, но оказывается наилучшим при работе в ночную смену. Характер секреции гормонов зависит от хронотипа. Наблюдаются значительные различия в уровне серотонина, мелатонина в плазме крови и содержании нейропептидов в СХЯ гипоталамуса у «жаворонков» и «сов». У утреннего типа уровень кортизола сразу после пробуждения значительно выше, чем у вечернего [34].

Большая часть людей относится к третьему типу («голуби»), для которого не характерно четкое наличие преимущественной активности в утренние или ночные часы, наибольшая работоспособность у них в 10-12 и 16-18 часов и самый низкий уровень активности с 2 до 5 часов [21].

В нашем исследовании (601 студент обоего пола медицинского университета в возрасте от 18 до 23 лет) выявлено следующее распределение учащихся по хронотипу: четко выраженный утренний тип – 6 (0,99%), слабо выраженный утренний тип – 27 (4,49%), аритмичный тип – 311 (51,75%), слабо выраженный вечерний тип – 198 (32,95%), четко выраженный вечерний тип – 59 (9,82%) [38]. Среди юношей получено распределение: четко выраженный утренний тип – 3 (1,95%), слабо выраженный утренний тип – 4 (2,59%), аритмичный тип – 79 (51,3%), слабо выраженный вечерний тип – 38 (24,68%), четко выраженный вечерний тип – 30 (19,48%). Среди девушек получены данные: четко выраженный утренний тип – 3 (0,67%), слабо выраженный утренний тип – 23 (5,15%), аритмичный тип – 232 (51,9%), слабо выраженный вечерний тип – 160 (35,79%), четко выраженный вечерний тип – 29 (6,49%) [29].

Хронотип человека определяет физиологическую организацию функций организма, его адаптацию и является универсальным критерием общего функционального состояния организма [22]. Эта характеристика является полигенно наследуемым признаком с довольно широкой нормой реакции, зависит от ряда других факторов: возраста, пола, широты и долготы региона проживания и внешних, в т.ч. сезонных, фотопериодических факторов [10]. Хронотип человека во многом обуславливает его вегетативную и эмоциональную реактивность, умственную и физическую работоспособность.

Дети в 10-летнем возрасте в основном относятся к раннему хронотипу, с 10- до 20-летнего возраста наблюдается закономерное увеличение доли людей с поздним хронотипом, а с 20- до 70-летнего возраста – постепенное смещение в сторону преобладания раннего хронотипа [7].

Особенности адаптации представителей различных хронотипов

На биоритмы организма человека, кроме социальных факторов, влияние также оказывают климатические факторы. Отмечена зависимость хронотипа от широты проживания: по мере продвижения на Север наблюдается постепенное увеличение частоты встречаемости представителей позднего хронотипа. Установлено, что при длительном проживании на Севере в организме северян наблюдается комплекс изменений, называемых «синдромом полярного напряжения», характерным признаком которого является десинхроноз, сопровождающийся нарушением сна [7].

По мере продвижения на Север с ростом уровня экстремальности климатогеографических условий увеличивается частота встречаемости представителей вечернего хронотипа, что позволяет предположить наличие у них большей устойчивости к факторам северной природы [25]. Среди населения, проживающего вблизи западной границы часового пояса, преобладают «совы», а вблизи восточной – «жаворонки», «совы» также чаще встречаются среди жителей более высоких широт [16]. Жители Заполярья относятся к более позднему хронотипу, чем их сверстники, проживающие в более южных широтах [7].

Таблица 2. Физиологические различия утреннего и вечернего хронотипов [3, 31, 32, 35, 38, 39]

Параметр	«Жаворонки»	«Совы»
Сдвиг внутренних биологических часов	-2-3 часа	+2+3 часа
Время пробуждения	4 ⁰⁰ -6 ⁰⁰	8 ⁰⁰ -10 ⁰⁰
Время засыпания	20 ⁰⁰ -22 ⁰⁰	24 ⁰⁰ -2 ⁰⁰
Пик активности	8 ⁰⁰ -10 ⁰⁰	После 16 ⁰⁰
Продолжительность сна	Нет достоверных отличий	
Процент долго- и короткоспящих	Нет достоверных отличий	
Минимальная температура тела	4 ⁰⁰	6 ⁰⁰
Способность адаптироваться к работе в ночную смену	Плохая	Хорошая
Ген hPer1 (human period gene 1)	Нет достоверных отличий	
Синдром смещения фазы сна (мутация гена hPer2)	Встречается	Не встречается
Ген hPer3	Длинная копия	Короткая копия
«Clock» гены: Arntl (Bmal1 или Mor3), Arntl2, Cry1, Cry2, Ckl1 и др.	Различия изучены недостаточно	
Частота сезонной депрессии	Низкая	Высокая
Типичные заболевания	Атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, гипертония, ожирение	Неврозы, астенические и депрессивные состояния, бессонница
Доминирующее полушарие головного мозга	Левое	Правое
Творческая активность, воображение	Меньше	Больше
Характер мышления	Абстрактно-логическое, аналитическое	Конкретно-предметное, холистическое
Частота употребления алкоголя, кофе и курение	Меньше	Больше

Среди «жаворонков» на Севере «спринтеров» выявлено 25%, что свидетельствует о том, что на Севере устойчивость к психоэмоциональному стрессу зависит от сочетания хронотипа с типом адаптивного реагирования скорости мобилизации приспособительных резервов [25].

Исследования показывают, что характерное для жителей северных широт преждевременное старение, а также более частое и более раннее возникновение ассоциированных с возрастом патологий объясняется «мелатониновой» гипотезой, согласно которой организм в период «белых ночей» испытывает воздействие избыточного освещения, вызывающего подавление функции эпифиза и нарушение циркадианной системы [7]. Наличие у человека утреннего или вечернего хронотипа определяет характер устойчивости к психоэмоциональному стрессу в экстремальных или дискомфортных климатогеографических условиях [25].

На кафедре нормальной физиологии нашего университета в последние десятилетия систематически проводятся исследования по проблеме возникновения десинхроноза при переходе на летнее и зимнее время с учетом характера индивидуальных биоритмов [15]. Получено значительное количество экспериментальных данных о физиологических особенностях у лиц с различным хронотипом. Так, перевод часов с зимнего на летнее время вызывает развитие кратковременного (около 2 недель) десинхроноза у здоровых студентов. Наиболее выраженное напряжение адаптационных механизмов при переводе часов на летнее время характерно для вечернего хронотипа. Утренний хронотип оказался наиболее устойчивым к переводу часов на летнее время [11]. При переводе часов на зимнее время, наоборот, вечерний хронотип оказался относительно устойчивым, а утренний - наиболее чувствительным. Чем ближе «внешний» отсчет времени к естественному «внутреннему» времени, тем более благоприятно протекают физиологические процессы в организме [5, 9]. Эксперимент по искусственному изменению освещенности во время перевода часов продемонстрирует выраженный эффект данного фактора на циркадные биологические ритмы. Положительный эффект дефицита освещенности у лиц с утренним и аритмичным хронотипами позволяет предположить, что небольшие дозы мелатонина могут оказывать позитивный эффект при переводе часов с летнего на зимнее время [5, 37].

При кластеризации выборки методом К-средних утренний хронотип ассоциируется с увеличением тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, положительными значениями вегетативного индекса Кердо, симпатической реакцией на пробы Геринга, Штанге, Генча и высокой успеваемостью. ЧСС в покое у студентов утреннего хронотипа больше по сравнению со студентами «совами». Утренний хронотип имеет более высокое систолическое и диастолическое АД по сравнению с вечерним хронотипом. Кластер вечернего хронотипа характеризуется повышением тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, отрицательными

значениями вегетативного индекса Кердо, вагусной реакцией на пробы Геринга, Штанге, Генча и низкой успеваемостью [4].

Выявлены особенности функциональной асимметрии мозга у студентов с различными хронотипами [2]. Общая степень доминантности правого и левого полушарий имеет наибольшую выраженность у «голубей». Среди «жаворонков» и «голубей» наиболее распространены правосторонние сенсомоторные профили, а среди «сов» – мозаичные сенсомоторные профили, что свидетельствует о взаимосвязи функциональной асимметрии мозга с биоритмологическим типом. Представители вечернего хронотипа имеют достоверно больший процент ведущей левой руки и правого доминирующего полушария головного мозга. Обнаружена умеренная положительная корреляция между выраженностью вечернего хронотипа и левосторонней сенсорной асимметрией (проба с камертоном: $R=0,44$). Также выявлена умеренная положительная корреляция между выраженностью вечернего хронотипа и левосторонней ведущей ногой (проба «скакалка»: $R=0,45$) и левосторонней ведущей рукой (кистевая динамометрия: $R=0,37$) [20]. Следовательно, утренний хронотип («жаворонки») характеризуется большей частотой моторной (ведущая рука, нога), сенсорной (ведущее ухо) праводоминантностью (правая сторона тела) и, соответственно, преобладанием левого полушария. Вечерний хронотип, наоборот, характеризуется большей частотой левосторонней сенсо-моторной асимметрии и, соответственно, усилением доминирования правого полушария.

При исследовании дневной динамики показателей функционального состояния ССС выявлено, что при аритмичном типе работоспособности в организме юношей и девушек имеется инверсия дневных кривых АД, ударного объема, минутного объема кровообращения, коэффициента выносливости с максимальными значениями в 8 или в 20 часов, что указывает на наличие десинхроноза в деятельности системы кровообращения [23].

Обнаружена отрицательная корреляция между степенью выраженности вечернего хронотипа и уровнем экстраверсии ($R=-0,52$). Также выявлена умеренная отрицательная корреляция между степенью выраженности вечернего хронотипа и уровнем нейротизма ($R=-0,39$). Следовательно, утренний хронотип характеризуется большей степенью экстраверсии и нейротизма. Вечерний хронотип более интровертирован. Представители утреннего хронотипа наиболее конфликтны и импульсивны, но имеют высокую личностную ответственность [18]. Студенты с утренним хронотипом явились наиболее короткоспящими с длительностью ночного сна: 7,25 (7-8,5) часов. Наибольшая продолжительность сна характерна для представителей вечернего хронотипа: 9,25 (8-11) часов. Увеличение количества баллов по опроснику Хорна-Остберга (увеличение доли вечернего хронотипа) сопровождается увеличением продолжительности ночного сна ($R=0,31$) [18].

Показано увеличение РОВд и ЖЕЛ у студентов с утренним хронотипом [22]. Дыхательный паттерн (длительности вдоха, выдоха и их отношение), а также объемная скорость воздушного потока при форсированном выдохе у испытуемых с различным хронотипом достоверно не различаются. По результатам окси-теста обнаружено значительное увеличение времени восстановления кровотока на участке легкие – ухо у утреннего хронотипа после задержки дыхания в течение 45 с. Вероятно, более длительное восстановление кровотока после задержки дыхания у лиц с утренним хронотипом связано с высокой степенью напряженности функционирования кардио-респираторного аппарата в условиях гипоксической нагрузки. Интенсивность (РОВд, ЖЕЛ) и напряженность функционирования дыхательной системы выше у студентов утреннего хронотипа. Вечерний хронотип характеризуется низкими значениями РОВд, ЖЕЛ и большей гипоксической устойчивостью в условиях окси-теста.

Изучена взаимосвязь между суточной динамикой температуры тела и реактивностью ССС у студентов с различным хронотипом [39, 36]. Наибольшая температура тела наблюдается у студентов утреннего хронотипа в 12⁰⁰: 36,7 (36,5-36,9), асинхронного хронотипа в 15⁰⁰: 36,8 (36,5-37,0), вечернего хронотипа в 21⁰⁰: 36,6 (36,4-36,7). Различия в максимальной температуре тела в дневное время суток составляет 3 часа и более у студентов с различным хронотипом. Наиболее выраженный тонус симпатической нервной системы у студентов утреннего хронотипа наблюдается в 6⁰⁰ (при ортостатической пробе ускорение ЧСС на 25 (20-27) уд/мин). У асинхронного хронотипа тонус симпатической нервной системы также увеличивается к 6⁰⁰ (при ортостатической пробе ускорение ЧСС на 12 (9-14) уд/мин). У вечернего хронотипа тонус симпатической нервной системы достигает максимума дважды: в 6⁰⁰-9⁰⁰ (ортостаз: ускорение ЧСС на 31 (27-35) уд/мин) и в 21⁰⁰-24⁰⁰ (ортостаз: ускорение ЧСС на 28 (26-31) уд/мин). Наибольшая амплитуда колебаний реактивности ССС с 6⁰⁰ до 24⁰⁰ наблюдается у студентов с вечерним хронотипом. Обнаружены корреляции: у утреннего хронотипа между температурой тела и ЧСС в вертикальном положении при ортостатической пробе ($R=-0,70$); у асинхронного хронотипа между температурой тела и ЧСС в покое, перед проведением проб ($R=0,84$); у вечернего хронотипа между температурой тела и ЧСС во время глубокого вдоха ($R=-0,61$). У студентов с различным

хронотипом наблюдаются выраженные особенности суточной динамики температуры тела и реактивности ССС. Отмечена тенденция к параллельному росту температуры тела и тонуса симпатической нервной системы. Некоторые различия во времени достижения максимальной температуры тела и наибольшей реактивности ССС, вероятно, связаны с наложением социально обусловленных ритмов (определенное время пробуждения) на естественные биологические ритмы у студентов [19].

Изучены особенности суточной динамики результатов тональной аудиометрии у студентов различного хронотипа с нормальным слухом. Средние значения для исследуемых частот находятся в диапазоне 10 (10-15) дБ. Наибольшее количество достоверных отличий слуховых порогов в зависимости от хронотипа и времени измерения выявляется для частот 3000 Гц и более. Максимальные суточные колебания обнаруживаются при частоте 6000 Гц [40]. У студентов утреннего хронотипа отмечается максимальная острота слуха в 7⁰⁰-13⁰⁰, начинает снижаться после 16⁰⁰ и становится минимальной после 19⁰⁰. У студентов вечернего хронотипа острота слуха достаточно высока в 7⁰⁰-10⁰⁰, затем снижается до минимума к 13⁰⁰, постепенно нарастает с 16⁰⁰ и становится высокой в 19⁰⁰-1⁰⁰ ночи. У студентов асинхронного хронотипа острота слуха имеет наибольшие значения в 10⁰⁰-13⁰⁰, среднее значение в утреннее и вечернее время. Наиболее вероятно, суточная динамика слуховой чувствительности связана с развитием процессов утомления в ЦНС. Например, у студентов утреннего хронотипа в вечернее время развивается выраженное утомление и слуховые пороги повышаются. При кластеризации данных методом k-средних выделено 2 кластера. Кластер с низкими порогами слуховой чувствительности включает 40% измерений утреннего, 50% измерений асинхронного и 90% измерений вечернего хронотипов. Соответственно, кластер с высокими порогами слуховой чувствительности включает 60% измерений утреннего, 50% измерений асинхронного и 10% измерений вечернего хронотипов. У представителей вечернего хронотипа отмечается наибольшее количество измерений (90%) с низкими порогами слуховой чувствительности [19].

Выявлены различия в психоэмоциональном статусе у представителей разного хронотипа. Отмечается повышенная устойчивость к стрессу у студентов утреннего хронотипа по сравнению с «совами» (промежуточное положение выявлено у «голубей»), что может быть обусловлено общими физиологическими механизмами, детерминирующими предрасположенность к стрессу и формирование хронотипа. У «жаворонков» установлен более высокий уровень тревожности и эмоциональной стабильности, тогда как «совы» являются менее тревожными и более эмоционально неустойчивыми [30].

Определение хронотипа и связанных с ним особенностей функционирования мозга являются важной задачей для решения проблем, связанных с оптимизацией режима труда и отдыха людей, так как производительность труда может быть повышена в ряде случаев на 50% только за счет должного совмещения часов работы с периодами физиологического подъема работоспособности, т.е. с хронотипом [2]. Важным аспектом адаптации человека к социальной среде является обучение. Отмечена достоверная зависимость успеваемости от хронотипа: учащиеся, имеющие более низкий средний балл, относятся к более позднему хронотипу [7]. Зрительная память на слова среди «жаворонков» имеет наиболее высокие значения утром, ночью ее средние показатели снижаются, а «совы», наоборот, ночью отличаются самой высокой памятью на слова [30].

Обнаруживаются при наименьшей продолжительности световой части суток достоверно более высокие значения показателей ситуативной тревожности в группе «жаворонков» по сравнению с общей популяцией, группами «голубей» и «сов» [28]. Однако в результате исследования уровня тревожности с помощью шкалы Дж. Тейлора наибольшие значения тревожности обнаруживаются у «сов». Не выявлено достоверных различий между показателями личной тревожности и методики исследования представлений человека о свойствах времени в разных группах. В группе «жаворонков» по сравнению с общей популяцией, группами «голубей» и «сов» выявляются более высокие показатели шкалы дифференциальных эмоций К. Изарда, что свидетельствует о более благоприятном эмоциональном фоне, а также значения показателей теста «САН». Длительность индивидуальной минуты приближается к реальному значению в группе «сов» – 60 (53-63) сек., в группе «жаворонков» этот показатель достоверно выше – 63 (61-69) сек относительно группы «сов», что свидетельствует о функциональных различиях у представителей различного хронотипа [28]. По данным методики исследования представлений человека о свойствах времени выявляется, что показатели в группе «сов» достоверно выше, чем в группах «жаворонков» и «голубей», что свидетельствует о функциональных различиях у представителей различного хронотипа [28].

Фактор времени, периодичности функций организма является таким же фундаментальным для здоровья человека, как и температурные, микробные и др. воздействия [3]. Интерес к проблеме индивидуальных особенностей суточных ритмов, судя по количеству научных публикаций по данной тематике за последнее десятилетие, постоянно увеличивается [35, 36]. Данные литературы

и результаты наших исследований свидетельствуют о том, что биоритмы выполняют важную роль в саморегуляции организма и являются универсальным показателем его функционального состояния.

Заключение

Различные факторы могут изменять нормальное течение биологических ритмов в организме. Не только физиологические процессы, но и динамика психической деятельности, в том числе и эмоциональных состояний, подвержены закономерным колебаниям у представителей различных хронотипов. Рассогласование ритмов негативно влияет на многие жизненные функции, характер эмоционального реагирования, особенности сложившегося жизненного стереотипа, а при снижении порога психологической резистентности - может приводить к развитию различных патологических состояний. Представляется перспективным проведение исследований по оценке функционального состояния организма с учетом его хронотипа в различных условиях среды, особенно, при изменении организации биоритмов.

Литература (References)

1. Агаджанян Н.А., Радыш И.В. Биоритмы, среда обитания, здоровье. – М.: Российский университет дружбы народов. – 2013. – 362 с. [Agadzhanyan N.A., Radysh I.V. *Bioritmy, sreda obitaniya, zdorov'e*. Biorhythms, environment, health. – Moscow: Peoples' Friendship University of Russia. – 2013. – 362 p. (in Russian)]
2. Апарин И.В. Особенности функциональной асимметрии мозга у студентов с различными хронотипами // СтРИЖ. – 2015. – Т.2, №2. – С. 1-3. [Aparin I.V. *StRIJ*. StRIZh. – 2015. – V.2, N2. – P. 1-3. (in Russian)]
3. Балбатун О.А. Методы диагностики и значение хронотипов человека // Медицинские знания. – 2011. – №1. – С. 24-26. [Balbatun A.A. *Medicinskie znaniya*. Medical knowledge. – 2011. – N1. – P. 24-26. (in Russian)]
4. Балбатун О.А. Хронофизиологические особенности студентов медицинского вуза // Актуальные проблемы медицины: материалы научно-практической конференции, посвящённой 55-летию учреждения образования Гродненский государственный медицинский университет. – Гродно: ГрГМУ, 2013. – Ч.1. – С.48. [Balbatun A.A. *Aktual'nye problemy mediciny: materialy nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhjonnoj 55-letiju uchrezhdenija Grodnenskij gosudarstvennyj medicinskij universitet*. Actual problems of medicine: materials of the scientific and practical conference devoted to the 55 anniversary of establishment of Grodno state medical university. – Grodno: GrGMU, 2013. – P.1. – P. 48. (in Russian)]
5. Балбатун О.А., Дудинский А.К., Козинцева О.И. Вероятность развития десинхроноза при переводе часов на зимнее и летнее время у студентов с различным хронотипом // Актуальные теоретические и прикладные аспекты патофизиологии: Материалы республиканской конференции с международным участием. – Гродно: ГрГМУ, 2010. – С. 258-262. [Balbatun A.A., Dudinsky A.K., Kozintseva O.I. *Aktual'nye teoreticheskie i prikladnye aspekty patofiziologii: Materialy respublikanskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem*. Actual theoretical and applied aspects of a pathophysiology: Materials of a republican conference with the international participation. – Grodno: GrGMU, 2010. – P. 258-262. (in Russian)]
6. Барбараш Н.А., Шапошникова В.И. Оцените своё здоровье сами – СПб: Питер, 2003. – 256 с. [Barbarash N.A., Shaposhnikova V.I. *Ocenite svojo zdorov'e sami*. Assess your health by yourself. – StPb: St. Petersburg, 2003. – 256 p. (in Russian)]
7. Борисенков М.Ф. Хронотип человека на севере // Физиология человека. – 2010. – Т.36, №3. – С. 117-122. [Borisenkov M.F. *Fiziologija cheloveka*. Human physiology. – 2010. – V.36, N3. – P. 117-122. (in Russian)]
8. Бузунов Р.В., Царева Е.В. Джетлаг: новый термин – новые подходы // Русский медицинский журнал. – 2013. – Т.21, №16. – С. 831-837. [Buzunov R.V., Tsarev E.V. *Russkij medicinskij zhurnal*. Russian Medical Journal. – 2013. – V.21, N16. – P. 831-837. (in Russian)]
9. Бушма О.С., Зинчук В.В., Гуляй И.Э. Адаптационные возможности организма при переводе часов (хроноэкологические аспекты) // Актуальные проблемы экологии: материалы VII международной научно-практической конференции Гродно, 26-28 окт. 2011 г. – Гродно: ГрГМУ, 2011. – С. 127-128. [Bushma O.S., Zinchuk V.V., Gulyai I.E. *Aktual'nye problemy jekologii: materialy VII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii Grodno, 26-28 okt. 2011 g.* Actual ecological problems: materials of the VII international scientific and practical conference, Grodno 26-28 Oct. 2011 – Grodno: GrGMU, 2011. – P. 127-128. (in Russian)]
10. Губин Д.Г., Ветошкин А.С., Болотнова Т.В. Взаимосвязь суточного профиля, вариабельности и структуры циркадианных ритмов артериального давления и частоты сердечных сокращений с хронотипом у вахтовиков Арктики // Медицинские записки и образование Урала. – 2015. – №2. – С. 108-113. [Gubin D. G., Vetoshkin A.S., Bolotnova T. V. *Medicinskie zapiski i obrazovanie Urala*. Medical notes and

- education of the Urals. – 2015. – N2. – P. 108-113. (in Russian)]
11. Дудинский А.К., Балбатун О.А. Взаимосвязь хронотипа студентов с изменением длительности индивидуальной минуты при переводе часов // Сигнальные механизмы регуляции физиологических функций: сборник научных статей – Минск: РИВШ, 2007. – С. 72-76. [Dudinsky A. K., Balbatun A.A. *Signal'nye mehanizmy reguljacji fiziologicheskikh funkcij: sbornik nauchnyh statej*. Signal mechanisms of regulation of physiological functions: the collection of scientific articles – Minsk: RIVSh, 2007. – P. 72-76. (in Russian)]
 12. Зинчук В.В., Глуткин С.В. Влияние мелатонина на прооксидантно-антиоксидантное равновесие в условиях холодового воздействия с последующим отогреванием крыс // Российский физиологический журнал имени Ивана Михайловича Сеченова – 2008. – № 12. – С. 1435-1442. [Zinchuk V.V., Glutkin S.V. *Rossijskij fiziologicheskij zhurnal imeni Ivana Mihajlovicha Sechenova*. Russian physiological journal of Ivan Mikhaylovich Sechenov. – 2008. – N12. – P. 1435-1442. (in Russian)]
 13. Зинчук В.В., Глуткин С.В., Шульга Е.В., Гуляй И.Э. Влияние мелатонина на кислородзависимые процессы // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2013. – Т.76, №2. – С. 32-36. [Zinchuk V. V., Glutkin S. V., Shulga E. V., Gulyai I.E. *Jeksperimental'naja i klinicheskaja farmakologija*. Experimental and clinical pharmacology. – 2013. – V.76, N2. – P. 32-36. (in Russian)]
 14. Зинчук В.В., Шульга Е.В. Эффект мелатонина на кислородсвязующие свойства крови и прооксидантно-антиоксидантное состояние после введения липополисахарида // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2010. – Т.73, №4. – С. 18-22. [Zinchuk V. V., Shulga E. V. *Jeksperimental'naja i klinicheskaja farmakologija*. Experimental and clinical pharmacology. – 2010. – T.73, N4. – P. 18-22. (in Russian)]
 15. Зинчук В.В., Орехов С.Д., Балбатун О.А. и др. Изменения электрофизиологических и психометрических показателей в условиях перехода на летнее время // Медицинские новости. – 2004. – №11. – С. 93-96. [Zinchuk V.V., Arekhay S.D., Balbatun A.A., etc. *Medicinskie novosti*. Medical news. – 2004. – N11. – P. 93-96. (in Russian)]
 16. Ковальзон В.М., Дорохов В.Б. Цикл бодрствование-сон и биоритмы человека при различных режимах чередования светлого и темного периода суток // Health & Education Millennium. – 2013. – Т.15, №1-4. – С. 151-162. [Kovalzon V. M., Dorokhov V. B. *Health & Education Millennium*. Health & Education Millennium. – 2013. – V.15, N1-4. – P. 151-162. (in Russian)]
 17. Комаров Ф.И., Рапопорт С.И., Еремина Л.В. Некоторые актуальные вопросы хрономедицины // Терапевтический архив. – 1982. – Вып.12. – С. 34-38. [Komarov F.I., Rapoport S.I., Eremina L.V. *Terapevticheskij arhiv*. Therapeutic archive. – 1982. – Issue 12. – P. 34-38. (in Russian)]
 18. Орехов С.Д., Балбатун О.А., Ложко П.П. Хронотип и характер организации сна у студентов при обучении в вузе // Сигнальные механизмы регуляции физиологических функций: тезисы докладов XIII съезда Белорусского общества физиологов и II Международная научная конференция, 19-20 апреля 2012 г., Минск, Беларусь. – Минск: Центр БГУ, 2012. – С. 97. [Arekhay S.D., Balbatun A.A., Lozko P.P. *Signal'nye mehanizmy reguljacji fiziologicheskikh funkcij: tezisy dokladov XIII s'ezda Belorusskogo obshhestva fiziologov i II Mezhdunarodnaja nauchnaja konferencija, 19-20 aprelja 2012 g., Minsk, Belarus'*. Signal mechanisms of regulation of physiological functions: theses of reports of the XIII congress of the Belarusian society of physiologists and II International scientific conference, on April 19-20, 2012, Minsk, Belarus. – Minsk: BGU Center, 2012. – P. 97. (in Russian)]
 19. Орехов С.Д., Балбатун О.А., Герус Д.А. и др. Суточная динамика температуры, результатов тональной аудиометрии и тонууса вегетативной нервной системы у студентов с различным хронотипом // Актуальные проблемы медицины: материалы ежегодной итоговой научно-практической конференции. – Гродно: ГрГМУ, 2017. – С. 745-748. [Arekhay S.D., Balbatun A.A., Gerus D.A., etc. *Aktual'nye problemy mediciny: materialy ezhegodnoj itogovoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Actual problems of medicine: materials of an annual scientific and practical conference – Grodno: GrGMU, 2017. – P. 745-748. (in Russian)]
 20. Орехов С.Д., Дорохина Л.В., Балбатун О.А. Распределение психических асимметрий у студентов ГрГМУ в зависимости от пола и хронотипа // Актуальные вопросы медицины. Материалы конференции, посвященной 50-летию ГрГМУ. – Гродно: ГрГМУ, 2008. – С. 259-260. [Arekhay S.D., Dorokhin L.V., Balbatun A.A. *Aktual'nye voprosy mediciny. Materialy konferencii, posvjashhennoj 50-letiju GrGMU*. Topical issues of medicine Materials of the conference devoted to the 50 anniversary GrGMU. – Grodno: GrGMU, 2008. – P. 259-260. (in Russian)]
 21. Прохорова Э.М. Биологические ритмы и здоровье // Журнал «Сервис plus». – 2010. – №3. – С. 20-26. [Prokhorova E.M. *Zhurnal «Servis plus»*. Plus Service Journal. – 2010. – N3. – P. 20-26. (in Russian)]
 22. Путилов А.А. «Совы», «жаворонки» и другие люди. О влиянии наших внутренних часов на здоровье и характер. 2-е изд. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2003. – 608 с. [Putilov A.A. *«Sovy», «zhavoronki» i drugie ljudi. O vlijanii nashih vnutrennih chasov na zdorov'e i harakter*. "Owls", "larks" and other people. About influence of our inner clock on health and character. 2nd prod. – Novosibirsk: Siberian university publishing house, 2003. – 608 p. (in Russian)]

23. Селиверстова Г.П., Куницкая С.В. Индивидуальные хронотипы работоспособности и циркадианные ритмы функциональной активности системы кровообращения учащихся в аспекте гендера // Ученые записки. – 2011. – Т.74, №4. – С. 162-166. [Seliverstova G.P., Kunitskaya S.V. *Uchenye zapiski*. Scientific notes. – 2011. – V.74, N4. – P. 162-166. (in Russian)]
24. Тегенева О.В., Грицков П.М. Цирканнуальные биологические ритмы физических способностей школьников // Вестник ТГУ. – 2008. – Т.61, №5. – С. 350-354. [Tegeneva O.V., Gritskov P.M. *Vestnik TGU*. Bulletin of TGU. – 2008. – V.61, N5. – P. 350-354. (in Russian)]
25. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В. Хронотип и устойчивость к стрессу в дискомфортных климатогеографических условиях // Медицинские науки. – 2012. – №12. – С. 154-160. [Hasnulin V.I., Hasnulina A.V. *Medicinskie nauki*. Medical sciences. – 2012. – N12. – P. 154-160. (in Russian)]
26. Хутликов А.В., Королева С.С., Зинчук В.В. и др. Психофизиологическое реагирование школьников на перевод часов // Журнал Гродненского медицинского университета. – 2004. – №2. – С. 93-95. [Hutlikov A.V., Koroleva S.S., Zinchuk V.V., etc. *Zhurnal Grodnenskogo medicinskogo universiteta*. Journal of the Grodno medical university. – 2004. – N2. – P. 93-95. (in Russian)]
27. Чернышева Ю.Н., Глуткин С.В., Федосенко Г.В., Гуламова А.В. Функциональный статус лиц с различным хронотипом при наименьшей продолжительности световой части суток // Научно-практическая конференция студентов и молодых ученых ГрГМУ, посвящённая 100-летию со дня рождения Нечипоренко А.З.: материалы конференции, Гродно, 21-22 апреля 2016 г. – Гродно: ГрГМУ - 2016. – С. 101. [Chernysheva Y.N., Glutkin S.V., Fedosenko G.V., Gulamova A.V. *Nauchno-prakticheskaja konferencija studentov i molodyh uchenyh GrGMU, posvjashhjonaja 100-letiju so dnja rozhdenija Nechiporenko A.Z.: materialy konferencii, Grodno, 21-22 aprelja 2016 g.* Scientific and practical conference of students and young scientists of GrGMU devoted to the 100 anniversary since the birth of Nechiporenko A.Z.: materials of a conference, Grodno, on April 21-22, 2016 – Grodno: GrGMU – 2016. – P. 101. (in Russian)]
28. Чернышева Ю.Н., Зинчук В.В., Глуткин С.В. Физиологические особенности лиц с различным хронотипом // Итоговая ежегодная научно-практическая конференция ГрГМУ Актуальные проблемы медицины: материалы конференции, Гродно, 28-29 января 2016 г. – Гродно, 2016. – С. 627-630. [Chernysheva Y.N., Zinchuk V.V., Glutkin S.V. *Itogovaja ezhegodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija GrGMU Aktual'nye problemy mediciny: materialy konferencii, Grodno, 28-29 janvarja 2016 g.* Annual GrGMU scientific and practical conference "Actual problems of medicine": materials of a conference, Grodno, January 28-29, 2016 – Grodno, 2016. – P. 627-630. (in Russian)]
29. Чеснокова В.Н., Грибанов А.В. Биоритмологические особенности психофункционального состояния студентов в течение учебного года // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – №6. – С. 1-7. [Chesnokova V.N., Gribanov A.V. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. Modern problems of science and education. – 2011. – N6. – P. 1-7. (in Russian)]
30. Яунакайс Н.А., Золотухина А.Ю. Изучение зависимости психофизиологического статуса от хронотипа человека // Вестник ТГУ. – 2010. – Т.15, №1. – С. 100-104. [Junaikais N.A., Zolotukhin A.Y. *Vestnik TGU*. Bulletin of TGU. – 2010. – V.15, N1. – P. 100-104. (in Russian)]
31. Baehr E. K., Revelle W., Eastman C. I. Individual differences in the phase and amplitude of the human circadian temperature rhythm: With an emphasis on morningness-eveningness // *Journal of Sleep Research*. – 2000. – V.9, N2. – P. 117-127.
32. Chung M.H., Chang F.M., Yang C.C. et al. Sleep quality and morningness-eveningness of shift nurses // *Journal of Clinical Nursing* – 2009. – V.18, N2. – P. 279-284.
33. Horne J.A., Ostberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms // *International Journal of Chronobiology*. – 1976. – V.4, N2. – P. 97-110.
34. Kudielka B.M., Federenko I.S., Hellhammer D.H., Wüst S. Morningness and eveningness: The free cortisol rise after awakening in “early birds” and “night owls” // *Biological Psychology*. – 2006. – V.72, N2. – P. 141-146.
35. Lane J.M., Vlasac I., Anderson S.G. Genome-wide association analysis identifies novel loci for chronotype in 100,420 individuals from the UK Biobank // *Nature Communications*. – 2016. – V.7. – P. 1-10.
36. Levandovski R., Sasso E., Hidalgo M.P. Chronotype: a review of the advances, limits and applicability of the main instruments used in the literature to assess human phenotype // *Trends in Psychiatry and Psychotherapy*. – 2013. – V.35, N1. – P. 3-11.
37. Scheuermaier K., Laffan A.M., Duffy J.F. Light exposure patterns in healthy older and young adults // *Journal of Biological Rhythms*. – 2010. – V.25, N2. – P. 113-122.
38. Schlarb A.A., Sopp R., Ambiel D., Grünwald J. Chronotype-related differences in childhood and adolescent aggression and antisocial behavior – a review of the literature / *Chronobiology International*. – 2014. – V.31, N1. – P. 1-16.
39. Waterhouse J., Fukuda Y., Morita T. Daily rhythms of the sleep-wake cycle // *Journal of Physiological Anthropology*. – 2012. – V.31, N1. – P. 5-19.
40. Zacharia T., James J., Prakash H. et al. The effect of circadian rhythm on the perceived tinnitus severity: a preliminary study // *International Tinnitus Journal*. – 2014. – V.19, N1. – P. 41-45.

Информация об авторах

Глуткин Сергей Викторович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной физиологии УО «Гродненский государственный медицинский университет». Республика Беларусь. E-mail: glutkin@mail.ru

Чернышева Юлия Николаевна – магистрант кафедры нормальной физиологии УО «Гродненский государственный медицинский университет». Республика Беларусь. E-mail: julia_chernyshova@tut.by

Зинчук Виктор Владимирович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии УО «Гродненский государственный медицинский университет». Республика Беларусь. E-mail: zinchuk@grsmu.by

Балбатун Олег Александрович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной физиологии УО «Гродненский государственный медицинский университет». Республика Беларусь. E-mail: dpfizio@mail.ru

Орехов Сергей Дмитриевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной физиологии УО «Гродненский государственный медицинский университет». Республика Беларусь. E-mail: dpfizio@mail.ru