



УДК 612.017:612.8  
ББК 28.903

## ВЫРАЖЕННОСТЬ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ СВЕРХМЕДЛЕННЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОРГАНИЗМЕ В КАЧЕСТВЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА

Долецкий Алексей Николаевич

Доктор медицинских наук,  
доцент кафедры нормальной физиологии,  
Волгоградский государственный медицинский университет  
andoletsky@volgmed.ru  
площадь Павших Борцов, 1, 400131 г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** Проводилась оценка выраженности взаимосвязей сверхмедленных колебательных процессов, происходящих в центральной нервной системе, в сердечной и сосудистой системах. Для оценки выраженности сверхмедленной активности в зависимости от использования нелекарственных методов релаксации разработана методика определения пиков доминирующих частот в полосе от 0,07 до 1 Гц при полиграфическом исследовании. Установлено, что выраженность СМА позволяет оценивать функциональное состояние нервной и сердечно-сосудистой систем.

**Ключевые слова:** сверхмедленные колебательные процессы, организм человека, синхронизация колебаний, релаксация, адаптация, сердечно-сосудистая система, центральная нервная система.

Медленные колебания с частотой менее 1 Гц фиксируются в дыхательной, сердечно-сосудистой, нервной системах и характерны для активации ЦНС в целом. Первоначально такие колебания исследовались при регистрации изменений артериального давления. К настоящему времени существует множество аргументов в пользу того, что медленные волны с периодом 10–20 секунд характеризуют состояние системы регуляции сосудистого тонуса [15]. Как известно, вазомоторный центр, наряду с ингибиторным и стимулирующим симпатическими центрами, является частью модуляторного сердечно-сосудистого подкоркового центра [4; 18]. Мощность медленных волн 1-го порядка определяет активность вазомоторного центра, а мощность медленных волн 2-го порядка наиболее вероятно связана с активностью симпатических

центров, контролируемых более высокими уровнями регуляции [7]. Время, необходимое вазомоторному центру на выполнение операций по приему, обработке и передаче информации, колеблется от 7 до 20 секунд; в среднем оно равно 10 секундам [9; 21].

Характеристики медленноволновых компонентов сердечного ритма в настоящее время широко используются для оценки состояния вегетативной нервной системы [1; 4]. Эти компоненты спектра сердечного ритма связывают с активностью парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной системы. Исследования в области изучения медленных волн спектра сердечного ритма многими авторами называются наиболее приоритетными при дальнейшем изучении вариабельности ритма сердца (ВРС) [11; 12; 16].

Известно, что выраженность сверхмедленных колебательных процессов также отражает состояние стресс-реализующих систем и механизмов компенсации метаболических сдвигов в различных органах и системах. Предполагается, что сверхмедленная активность изменяется при различных патологических состояниях (эпилепсия, органические поражения ЦНС и т. д.), а также при ряде физиологических состояний (гипервентиляция, медитация, сон) [9–11]. Литературные данные свидетельствуют о наличии резонансных взаимоотношений между показателями дыхания и сердцебиения, сердечного ритма и пульсового кровенаполнения в диапазоне частот менее 1 Гц [6]. При этом выраженность сверхмедленных колебательных процессов (колебания с частотой менее 1 Гц) отражает состояние стресс-реализующих систем и активность метаболических процессов в различных органах и системах [5; 18]. Однако все доступные нам работы включали исследование колебательных процессов изолированно в нервной либо в сердечно-сосудистой системах. В проводившихся исследованиях биоэлектрической активности мозга использовались границы исследования активности от 1 до 40 Гц, что не включает диапазон сверхмедленных колебательных процессов.

**Целью работы** являлась оценка выраженности взаимосвязей сверхмедленных колебательных процессов, происходящих в центральной нервной системе, в сердечной и сосудистой системах.

**Задачей** нашего исследования явилась оценка синхронности сверхмедленных ритмов (частотой менее 1 Гц) при регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ), электрокардиограммы (ЭКГ) и реоэнцефалограммы (РЭГ) в зависимости от психоэмоционального состояния.

### Методика исследования

В исследовании приняли участие 24 здоровых добровольца в возрасте 17–20 лет, случайным образом разделенных на 4 группы – обучавшихся релаксации с помощью медитации, биологической обратной связи по частоте сердечных сокращений (БОС) и осваивавших методику ритмического дыхания с задан-

ной частотой. Для управляемого дыхания были выбраны частоты 6 и 12 дыхательных циклов в минуту, показавшие наиболее выраженное изменение variability сердечного ритма в предыдущих исследованиях [6]. После успешного освоения методики (в среднем – через месяц занятий с частотой 1–2 раза в неделю) – все испытуемые проходили обследование в лаборатории кафедры нормальной физиологии ВолгГМУ. Для последующего анализа использовались результаты регистрации ЭЭГ в 5 монополярных отведениях (лобные, височные и центральное), одного ЭКГ отведения и четырех отведений РЭГ (по 2 фронт- и окципитомастоидальных).

ЭЭГ регистрировалась по стандартной международной схеме 10/20 с расположением референтных электродов на мочках ушей. Для анализа реоэнцефалограмм (РЭГ) использовались фронтмастоидальные и окципитомастоидальные отведения. ЭКГ регистрировалось в первом стандартном отведении. Данные записывались в течение двух минут в положении лежа с закрытыми глазами в относительно звуко- и светоизолированной комнате.

Далее для проверки гипотезы резонансного механизма нелекарственных методов релаксации разработана методика определения пиков доминирующих частот в полосе от 0,07 до 1 Гц при полиграфическом исследовании. Суть методики: регистрируются фоновые записи длиной до 3 минут. В программе MatLab R2006a с помощью быстрого преобразования Фурье (брался размер окна 4098 точек) производился анализ 5 каналов ЭЭГ, 4 каналов РЭГ и 1 канала ЭКГ. Отмечались пики доминирующих частот, оценивалось преобладание определенных частот в различных физиологических системах (нервной, сердечной, сосудистой). Для этого производился анализ встречаемости сверхмедленных ритмов в каждой физиологической системе.

### Полученные результаты и обсуждение

Исследование динамики сверхмедленной активности (СМА) нервной и сердечно-сосудистой систем при медитативной релаксации выявило неспецифический характер изменений, выражающихся в усилении СМА

более чем в 1,5 раза по сравнению с покоем на частотах 0,31, 0,44, 0,62 и 0,87 Гц при значительном снижении представленности частот кардиореспираторной синхронизации (0,13–0,2 Гц) и частоты 0,5 Гц (рис. 1). Вместе с тем при БОС-тренинге отмечалось увеличение СМА во всем диапазоне исследованных частот. При этом отмечались как совпадающие для медитации, БОС-тренинга (на частотах 0,31, 0,44, 0,56, 0,62 и 0,87 Гц), так и разнонаправленные сдвиги, наиболее выраженные на частотах 0,13, 0,19 и 0,94 Гц. Характерно, что отмечавшееся в процессе БОС-тренинга увеличение СМА в диапазоне 0,13–0,19 Гц было сонаправлено изменениям, возникшим при ритмическом навязанном дыхании. Показательным является резонансное увеличение биоэлектрической активности на частотах 0,13 и 0,19 Гц при дыхании в навязанном ритме 6 и 12 раз в минуту (0,1 и 0,2 Гц соответственно). Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о вовлечении кардиореспираторной синхронизации в изменение биоэлектрической активности только при релаксации с помощью адаптивного биоуправления.

Частоты 0,31, 0,44, 0,62 и 0,87 Гц встречались при регистрации активности как нервной, так и сердечно-сосудистой систем. Вместе с тем отмечались частоты синхронизации, характерные только для мозговой гемодинамики – 0,37 и 0,69 Гц. При сравнении

представленности в лобных и затылочных отведениях ЭЭГ различий в частоте встречаемости не было выявлено. Колебания 0,37–0,94 Гц по длительности занимают промежуточное между пульсовыми и дыхательными волнами положение, что позволяет исключить гемодинамический или дыхательный характер данных колебаний.

При оценке выраженности изменений в процессе релаксации с помощью медитации, биологической обратной связи по частоте сердечных сокращений и ритмического дыхания с заданной частотой было установлено наличие наиболее выраженных сдвигов (увеличение выраженности сверхмедленной активности в среднем в 2 раза, а на частоте 0,94 Гц – на 530 %) при использовании БОС-тренинга. Наименее выраженные сдвиги были характерны для дыхательных методик, тогда как медитация занимала промежуточные значения.

Для проверки гипотезы резонансного механизма нелекарственных методов релаксации была разработана методика определения пиков доминирующих частот. В результате использования данной методики были найдены индивидуальные частоты синхронизации, которые частично совпадают для всех выбранных состояний и показателей активности различных систем организма. Вместе с тем нами была найдена частота синхронизации 0,2 Гц, что отличается от частоты кардиореспираторной синхронизации 0,1 Гц, широко

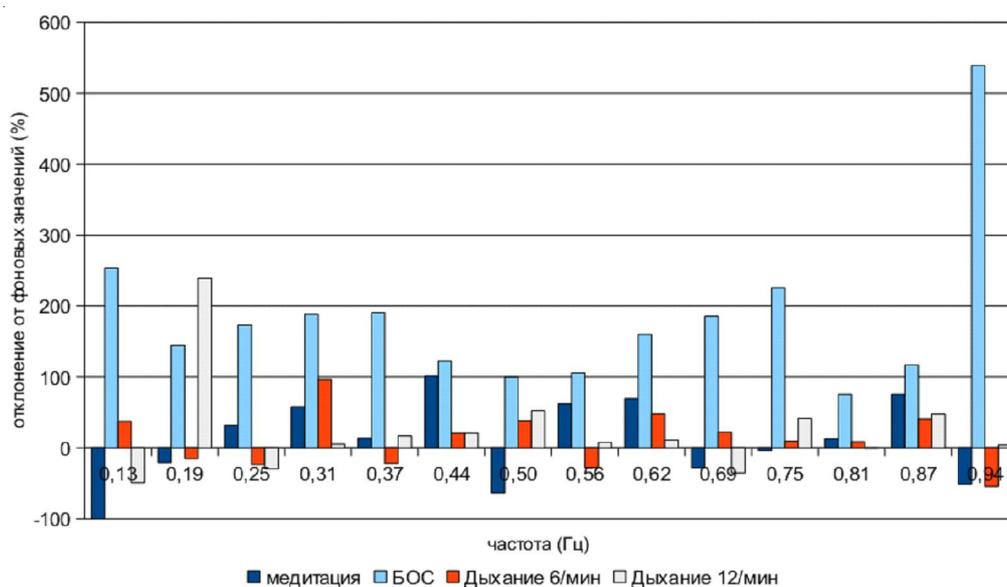


Рис. 1. Динамика сверхмедленной активности при различных видах релаксации

встречающейся в посвященной исследованию сердечной деятельности литературе [6; 14].

Полученные результаты могут быть связаны с формированием детерминанты, которая представлена комплексом регуляторных структур, оказывающих тоническое воздействие на нейродинамику, показатели сердечного ритма и сосудистого тонуса. Это согласуется с результатами фундаментальных исследований связи сверхмедленных физиологических процессов головного мозга и выраженности адаптационных процессов различных систем организма [2; 17; 19].

Из литературных данных известно, что выраженность СМА отражает состояние стресс-реализующих систем и механизмов компенсации метаболических сдвигов, в том числе кислотно-основного, газового и электролитного гомеостаза на органном и организменном уровнях [8; 14]. Это находит подтверждение и в результатах серии исследований И.В. Филлипова с соавт. по выявлению сверхмедленной электрической активности головного мозга определенных подкорковых структур: супраоптической области гипоталамуса, перивентрикулярных ядер, дорсомедиального ядра таламуса и гиппокампа [17]. Структуры, которым свойственны сверхмедленные колебания потенциала, находятся преимущественно в области гипоталамуса – нейрогуморального образования, обеспечивающего различные приспособительные реакции (в том числе и в условиях адаптации к психоэмоциональному стрессу) [10; 20]. Результаты исследования R.C. Dossi (1992) показали, что на клеточном уровне сверхмедленные колебания (до 0,5 Гц) наиболее характерны для неспецифических ядер таламуса и связаны со следовой гиперполяризацией. Около 80 % нейронов таламических ядер, имеющих восходящие кортикальные связи, в покое ритмически изменяют мембранную разность потенциалов от -68 до -90 мВ. Таким образом, резонансный характер изменений показателей биоэлектрической активности мозга, выраженности вегетативных влияний на сердечный ритм и тонуса церебральных сосудов может быть обусловлен следующими механизмами: изменением уровня мембранной возбудимости нейронных систем

за счет усиления афферентных потоков; направленной активацией стресслимитирующих систем с закреплением позитивных эффектов за счет нормализации системного гомеостаза; активацией неспецифических активирующих систем головного мозга, приводящей к активации существующего, но неэффективно функционирующего синаптического аппарата нейронов; разрушением устойчивого динамического стереотипа и формированием нового, более оптимального состояния регуляторных систем. Наличие разной выраженности изменений СМА свидетельствует о различии функциональных изменений в нервной и сердечно-сосудистой системах в процессе использования различных нелекарственных методов релаксации.

### Выводы

Физиологические механизмы обеспечения эффективности произвольной коррекции психоэмоционального состояния связаны с формированием детерминанты, которая представлена комплексом регуляторных структур, оказывающих нормализующее воздействие на нейродинамику, показатели сердечного ритма и сосудистого тонуса.

Установлено, что выраженность СМА позволяет оценивать функциональное состояние нервной и сердечно-сосудистой систем.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Араиелян Г. А. Структурно-функциональные изменения медленноволновой variability кровообращения пловцов, занимающихся подводным плаванием под воздействием ортостаза / Г. А. Араиелян // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2009. – Т. 160, № 27. – С. 21–25.
2. Бойцова, Ю. А. Сравнение количественных характеристик сверхмедленной физической активности мозга и ЭЭГ в состояниях спокойного бодрствования с открытыми и закрытыми глазами / Ю. А. Бойцова, С. Г. Данько // Физиология человека. – 2007. – Т. 33, № 2. – С. 134–136.
3. Взаимодействие 0.1 Гц-колебаний в variability ритма сердца и variability кровенаполнения дистального сосудистого русла / А. Р. Киселев [и др.] // Физиология человека. – 2012. – Т. 38, № 3. – С. 92.

4. Динамика нейрофизиологических показателей при лечении методом адаптивной саморегуляции с использованием ЧСС-сигнала обратной связи у детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью / Г. С. Пилина, Е. Д. Белоусова, А. В. Киселев, Н. А. Шнайдер // *Функциональная диагностика*. – 2006. – № 1. – С. 49–56.

5. Динамика уровня постоянного потенциала головного мозга в условиях тренировки концентрации внимания у детей 10–11 лет / И. А. Шимко [и др.] // *Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова*. – 2005. – Т. 55, № 5. – С. 608–615.

6. Долецкий, А. Н. Синхронизация сверхмедленных ритмов организма в норме и при патологии / А. Н. Долецкий // *Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине-2011 : материалы ежегодной Всероссийской научной школы-семинара*. – Саратов, 2011. – С. 52–54.

7. Изучение природы периодических колебаний сердечного ритма на основе проб с управляемым дыханием / А. Р. Киселев [и др.] // *Физиология человека*. – 2005. – Т. 31, № 3. – С. 76–83.

8. Илюхина, В. А. Преемственность и перспективы развития исследований в области системно-интегративной психофизиологии функциональных состояний и познавательной деятельности / В. А. Илюхина // *Физиология человека*. – 2011. – Т. 37, № 4. – С. 105–123.

9. Киселев, А. Р. Колебательные процессы в вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы (Обзор) / А. Р. Киселев, В. И. Гриднев // *Саратовский научно-медицинский журнал*. – 2011. – Т. 7, № 1. – С. 34–39.

10. Мулик, А. Б. Психофизиологические корреляты уровня общей неспецифической реактивности организма человека / А. Б. Мулик // *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 7, Философия. Социология и социальные технологии*. – 2006. – № 5. – С. 74–79.

11. Наумова, В. В. Медленные колебания гемодинамики у юношей и девушек в условиях покоя / В. В. Наумова, Е. С. Земцова // *Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. – 2008. – № 6. – С. 174–181.

12. Оценка на основе определения синхронизации низкочастотных ритмов динамики вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы при применении метопролола у больных ИБС, перенесших инфаркт миокарда / А. Р. Киселев [и др.] // *Терапевтический архив*. – 2007. – Т. 79, № 4. – С. 23–31.

13. Покровский, В. М. Ритм сердца в целостном организме: механизмы формирования / В. М. Покровский // *Кубанский научный медицинский вестник*. – 2006. – № 9. – С. 22–26.

14. Сверхмедленные биопотенциалы как способ экспресс-диагностики типа энергодефицита у

реанимационных больных / И. Б. Заболотских, Т. С. Мусаева, А. Н. Курзанов, К. Д. Зыбин // *Кубанский научный медицинский вестник*. – 2009. – Т. 106, № 1. – С. 37–42.

15. Сентябрьев, Н. Н. Физиологический анализ особенностей релаксации различного генеза / Н. Н. Сентябрьев // *Физиология человека*. – 2004. – Т. 30, № 5. – С. 137–141.

16. Стаканова, О. Г. Сверхмедленные физиологические процессы в оценке вегетативного статуса человека : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Стаканова Ольга Георгиевна. – М., 2005. – 27 с.

17. Филипов, И. В. Сверхмедленные механизмы переработки сенсорной информации в высших таламо-кортикальных представительствах головного мозга / И. В. Филипов, А. А. Кребс, К. С. Пугачев // *Физиология адаптации : материалы 2-й Всероссийской научно-практической конференции*, г. Волгоград, 22–24 июня 2010 г. – Волгоград : Волгогр. науч. изд-во, 2010. – С. 120–123.

18. Фокин, Н. В. Энергетическая физиология мозга / Н. В. Фокин, В. Ф. Пономарева. – М. : Антдор, 2003. – 288 с.

19. Черный, В. И. Сверхмедленные физиологические процессы / В. И. Черный, В. С. Костенко, Е. И. Ермолаева // *Вестник восстановительной и неотложной медицины*. – 2003. – Т. 4, № 2. – С. 29–31.

20. Чернилевский, В. Е. Участие биоритмов организма в процессах развития и старения. Гипотеза резонанса / В. Е. Чернилевский // *Сборник МОИП. Секция геронтологии*. – 2008. – № 41. – С. 123–139.

21. Baroreflex and oscillation of heart period at 0.1 Hz studied by alpha-blockade and cross-spectral analysis in healthy humans / A. Cevese [et al.] // *The Journal of physiology*. – 2001. – Vol. 531, № 1. – P. 235–244.

## REFERENCES

1. Araielyan G.A. Strukturno-funktsionalnye izmeneniya medlennovolnovoy variablenosti krovoobrashcheniya plovtsov, zanimayushchikhsya podvodnym plavaniem pod vozdeystviem ortostaza [Structural and Functional Changes of Slow-Wave Variability of Scuba Divers' Blood Circulation Under the Influence of Orthostasis]. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Obrazovanie, zdravookhranenie, fizicheskaya kultura"*, 2009, vol. 160, no. 27, pp. 21–25.

2. Boytsova Yu.A., Danko S.G. Svravnenie kolichestvennykh kharakteristik sverkhmedlennoy fazicheskoy aktivnosti mozga i EEG v sostoyaniyakh spokoynogo bodrstvovaniya s otkrytymi i zakrytymi glazami [Comparison of the Quantitative Characteristics of Superslow Physical Activity of the Brain and Eeg in the State of Quiet Wakefulness With Closed and Open Eyes]. *Fiziologiya cheloveka*, 2007, vol. 33, no. 2, pp. 134–136.

3. Kiselev A.R., et al. Vzaimodeystvie 0.1 Gts-kolebaniy v variabelnosti ritma serdtsa i variabelnosti krovenapolneniya distalnogo sosudistogo rusla [The Interaction Between 0.1 Hz Oscillations in Heart Rate Variability and the Variability of the Blood Supply to the Distal Vascular Bed]. *Fiziologiya cheloveka*, 2012, vol. 38, no. 3, p. 92.
4. Pilina G.S., Belousova E.D., Kiselev A.V., Shnayder N.A. Dinamika neyrofiziologicheskikh pokazateley pri lechenii metodom adaptivnoy samoregulyatsii s ispolzovaniem ChSS-signalnogo obratnoy svyazi u detey s sindromom defitsita vnimaniya i giperaktivnostyyu [Dynamics of Neurophysiological Indicators in the Treatment Method of Adaptive Self-Regulation Using Heart Rate Feedback in Children With Attention Deficit Disorder and Hyperactivity]. *Funktsionalnaya diagnostika*, 2006, no. 1, pp. 49-56.
5. Shimko I. A., et al. Dinamika urovnya postoyannogo potentsiala golovnoy mozga v usloviyakh trenirovki kontsentratsii vnimaniya u detey 10-11 let [Dynamics of the Level of Constant Potential Brain in Terms of the Training of Concentration in Children 10-11 Years]. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti im. I. P. Pavlova*, 2005, vol. 55, no. 5, pp. 608-615.
6. Doletskiy A.N. Sinhronizatsiya sverkhmedlennykh ritmov organizma v norme i pri patologii [Synchronization of the Slow Rhythms of an Organism in Norm and at a Pathology. Methods of Computer Diagnostics in Biology and Medicine-2011]. *Metody kompyuternoy diagnostiki v biologii i meditsine-2011. Materialy ezhegodnoy Vserossiyskoy nauchnoy shkoly-seminara* [Proceedings of The annual all-Russian scientific school-seminar]. Saratov, 2011, pp. 52-54.
7. Kiselev A.P., et al. Izuchenie prirody periodicheskikh kolebaniy serdechnogo ritma na osnove prob s upravlyаемым dykhaniey [The Study of the Nature of Periodic Oscillations of the Cardiac Rhythm Based on Samples With a Controlled Breath]. *Fiziologiya cheloveka*, 2005, vol. 31, no. 3, pp. 76-83.
8. Ilyukhina V.A. Preemstvennost i perspektivy razvitiya issledovaniy v oblasti sistemno-integrativnoy psikhofiziologii funktsionalnykh sostoyaniy i poznavatel'noy deyatel'nosti [Continuity and Prospects of Research in the Field of System-Integrative Physiology Functional Status and Cognitive Activity]. *Fiziologiya cheloveka*, 2011, vol. 37, no. 4, pp. 105-123.
9. Kiselev A.R., Gridnev V.I. Kolebatelnye protsessy v vegetativnoy regulyatsii serdechno-sosudistoy sistemy (Obzor) [Oscillatory processes in the autonomic regulation of the cardiovascular system (Review)]. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal*, 2011, vol. 7, no. 1, pp. 34-39.
10. Mulik A.B. Psikhofiziologicheskie korrelyaty urovnya obshchey nespetsificheskoy reaktivnosti organizma cheloveka [Psychophysiological Correlates of the Level of Non-Specific Reactivity of the Human Body]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta* [Science Journal of Volgograd State University. Philosophy. Sociology and Social Technologies], 2006, no. 5, pp. 74-79.
11. Naumova V.V., Zemtsova E.S. Medlennye kolebaniya gemodinamiki u yunoshey i devushek v usloviyakh pokoya [Slow Hemodynamic Oscillations in Boys and Girls in Peace]. *Byulleten Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*, 2008, no. 6, pp. 174-181.
12. Kiselev A.R., et al. Otsenka na osnove opredeleniya sinkhronizatsii nizkochastotnykh ritmov dinamiki vegetativnoy regulyatsii serdechno-sosudistoy sistemy pri primeneniі metoprolola u bolnykh IBS, perenesshikh infarkt miokarda. [Assessment Based on the Definition of Synchronization of Low-Frequency Rhythms Dynamics of Autonomic Regulation of the Cardiovascular System With the Use of Metoprolol in Patients With Ischemic Heart Disease, Myocardial Infarction]. *Terapevticheskiy arkhiv*, 2007, vol. 79, no. 4, pp. 23-31.
13. Pokrovsky V. M. Ritm serdtsa v tselostnom organizme: mekhanizmy formirovaniya [The Rhythm of the Heart in Holistic Organism: Mechanisms of Formation]. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*, 2006, no. 9, pp. 22-26.
14. Zabolotskikh I.B., Musaeva T.S., Kurzanov A.N., Zybin K.D. Sverkhmedlennye biopotentsialy kak sposob ekspress-diagnostiki tipa energodefitsita u reanimatsionnykh bolnykh [Superslow Biopotentials as a Method of Rapid Diagnosis of the Type of Energy in the Resuscitation of Patients]. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*, 2009, vol. 106, no. 1, pp. 37-42.
15. Sentyabrev N.N. Fiziologicheskiy analiz osobennostey relaksatsii razlichnogo geneza [Physiological Analysis of the Characteristics of the Relaxation of Various Origins]. *Fiziologiya cheloveka*, 2004, vol. 30, no. 5, pp. 137-141.
16. Stakanov O.G. *Sverkhmedlennye fiziologicheskie protsessy v otsenke vegetativnogo statusa cheloveka. Avtoref. dis. ... kand. med. nauk* [Superslow Physiological Processes in the Assessment of Autonomic Status. Cand. med. sci. abs. diss.]. Moscow, 2005. 27 p.
17. Filippov I.V., Krebs A.A., Pugachev K.S. Sverkhmedlennye mekhanizmy pererabotki sensornoy informatsii v vysshikh talamo-kortikalnykh predstavitelstvakh golovnoy mozga [Superslow Mechanisms for the Processing of Sensory Information in the Higher Thalamo-Cortical Representations]. *Fiziologiya adaptatsii. Materialy 2-y Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, g. Volgograd, 22-24 iyunya 2010 g.* [Physiology of Adaptation. The

Materials of the 2<sup>nd</sup> All-Russian Scientific-Practical Conference]. Volgograd, 2010, pp. 120-123.

18 Fokin N.V., Ponomareva, V.F. Energeticheskaya fiziologiya mozga [Energy Physiology of the Brain]. Moscow, The Antidoron, 2003. 288 p.

19. Cherniy V.I., Kostenko V.S., Ermolaeva E.I. Sverkhmedlennye fiziologicheskie protsessy [Superslow Physiological Processes]. *Vestnik vosstanovitel'noy i neotlozhnoy meditsiny*, 2003, no. 4, no. 2, pp. 29-31.

20. Chernilevskiy V.E. Uchastie bioritmov organizma v protsessakh razvitiya i stareniya. Gipoteza rezonansa [Participation of the Biorhythms of the Body in the Processes of Development And Aging]. *Sbornik MOIP. Sektsiya gerontologii*, 2008, no. 41, pp. 123-139.

21. Cevese A., et al. Baroreflex and Oscillation of Heart Period at 0.1 Hz Studied by Alpha-Blockade and Cross-Spectral Analysis in Healthy Humans. *The Journal of Physiology*, 2001, vol. 531, no. 1, pp. 235-244.

## **CORRELATION OF INFRASLOW OSCILLATORY PROCESSES IN THE BODY AS AN INTEGRAL CHARACTERISTIC OF HUMAN ADAPTATION**

**Doletskiy Aleksey Nikolaevich**

MDS, Associate Professor,  
Department of Normal Physiology,  
Volgograd State Medical University  
andoletsky@volgmed.ru  
Pavshikh Bortsov Square, 1, 400131 Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** The aim of our study was to assess synchrony infraslow rhythm (frequency of less than 1 Hz) when registering the electroencephalogram (EEG), electrocardiogram (ECG) and reoentsefalogrammy (REG) depending from the psychoemotional state. The severity of the infraslow oscillatory processes in the central nervous system, heart and circulatory system during meditation, biofeedback with heart rate control and rhythmic breathing at a given frequency was performed. The infraslow activity depending on the use of non-pharmacological methods of relaxation was evaluated. The method of determination of the dominant frequencies of the cardiovascular, neural infraslow activity (from 0.07 to 1 Hz) was used. We compared dominant frequencies of the infraslow activity in difference relaxation states. The specific frequencies in different types of relaxation in the cardiovascular and neural systems were found. The severity of the infraslow activity correlates with the functional state of the nervous and cardiovascular systems. We found the synchronization frequency of 0.2 Hz, which is different from the frequency of cardiorespiratory synchronization of 0.1 Hz, commonly found in literature.

**Key words:** infraslow oscillatory processes, human body, synchronization of oscillations, relaxation, adaptation, heart-vascular system, central nervous system.