



## СОПРЯЖЕННОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ЭЭГ И РЭГ В РАЗНЫЕ СТАДИИ СНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Сеник Д.А., Омельченко В.П., Хананашвили Я.А.

*Ростовский государственный медицинский университет  
Россия, Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, 29  
darya.senik@mail.ru*

### Реферат

**Цель.** Изучить электроэнцефалографические и реоэнцефалографические показатели, а также их сопряженность в состоянии бодрствования и в разные стадии физиологического сна у лиц с нормотоническим и симпатикотоническим типами автономной нервной системы.

**Материалы и методы.** Исследовано 18 практически здоровых юношей – волонтеров, давших соответствующее информированное согласие на свое участие в исследовании. У них определяли тип автономной нервной системы на основе анализа вариабельности сердечного ритма. В условиях спокойного бодрствования и в разные стадии естественного сна синхронно регистрировали ЭЭГ и РЭГ с помощью полиграфического анализатора «Энцефалан-131-03». Идентификацию стадий сна проводили на основе данных ЭЭГ, электроокулографии и электромиографии мышц шеи. Оценку сопряженности биоэлектрической активности мозга и внутричерепной гемодинамики проводили путем расчета коэффициентов корреляции между параметрами ЭЭГ и РЭГ.

**Результаты.** Характер сопряженности между параметрами ЭЭГ и РЭГ в разные стадии сна изменяется, что у нормотоников и симпатикотоников развивается по-разному: в состоянии спокойного бодрствования у нормотоников сопряженность параметров ЭЭГ и РЭГ меньше, чем у симпатикотоников; в стадию дремоты и медленноволновую стадию уровень сопряженности выше у нормотоников, тогда как в быстроволновую стадию сна – у симпатикотоников выше, чем у нормотоников.

**Заключение.** Нейродинамические процессы в головном мозге в разные стадии сна находятся в зависимости от типологических особенностей автономной нервной системы.

**Ключевые слова:** сон, стадии сна, электроэнцефалография, реоэнцефалография, автономная нервная система.

## CONTINGENCY OF EEG AND REG PATTERNS IN DIFFERENT SLEEP STAGES DEPENDING ON THE TYPE OF AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM

Senik D.A., Omelchenko V.P., Khananashvili Ya.A.

*Rostov state medical University  
29 Nakhichevanskiy str., Rostov-on-Don, 344022, Russia  
darya.senik@mail.ru*

### Abstract

**Purpose.** To study electroencephalographic and rheoencephalographic parameters and their contingency in the waking state and in different stages of physiological sleep in individuals with normotonic and sympathicotonic types of autonomic nervous system.

**Materials and methods.** 18 apparently healthy young men aged 18–22 years have been examined; their type of autonomic nervous system was evaluated based on heart rate variability. Their EEG and REG were simultaneously recorded in the quiet wake state and in different stages and natural sleep using «Encephalan-131-03» analyzer. Sleep stages were identified taking into account electrooculography and electromyography of the neck muscles.

Contingency between the bioelectric brain activity and intracranial hemodynamics was estimated by calculating the correlation coefficients between EEG and REG patterns.

**Results.** Mode of contingency between EEG and REG parameters varies differently between different sleep stages in normotonics and sympathicotonics: contingency of EEG and REG patterns in the waking state is less in normotonics than in sympathicotonics; in the slow-wave sleep stages contingency level is higher in normotonics, whereas in the rapid eye movement sleep stages contingency of EEG and REG parameters is higher in sympathicotonics than in normotonics.

**Conclusion.** Cerebral neurodynamic processes in different sleep stages depend on the type of autonomic nervous system.

**Keywords:** sleep, sleep stages, electroencephalography, rheoencephalography, autonomic nervous system.

## Введение

В современной сомнологии в числе многих других аспектов развивается представление о гетерогенной структуре естественного физиологического сна, что обусловлено сведениями об изменениях биоэлектрической активности головного мозга во время отдельных стадий сна и в переходные периоды [1-3]. Важные сведения о механизмах регуляции бодрствования и сна, описанные в последнее десятилетие [4], открывают перспективы поиска еще не выявленных закономерностей в деятельности мозга и ответа на вопрос о функциональном предназначении отдельных его стадий.

Природа феномена циклической организации сна изучена недостаточно для того, чтобы знать функциональное значение каждой из стадий, хотя известно, что для них характерны достаточно специфические изменения вегетативных процессов, в частности, со стороны сердечно-сосудистой деятельности, дыхания и т.п. Это делает очевидным наличие тесной связи функции сна с висцеральной сферой организма и, следовательно, с активностью автономной нервной системы.

Известно, что наличие суточной периодизации активности мозга рассматривается как один из диагностических критериев состояния вегетативной нервной системы [5], нарушение которой, например, при нейроциркуляторной дистонии, приводит к изменениям в характере сердечного ритма, реактивности сосудов, других параметров кардиоваскулярной системы и адаптивной способности [6-8].

В то же время данные литературы о взаимосвязи биоэлектрической активности мозга и мозгового кровообращения, а также о роли этой взаимосвязи в организации естественного сна немногочисленны и во многом противоречивы. В этом плане известно, что кровоснабжение головного мозга взаимосвязано с характером нейродинамических процессов, способствует адекватному циркуляторно-метаболическому обеспечению нервной ткани и поддержанию ее гомеостаза [9, 10]. В таком случае представляется важным получить данные, во-первых, о сопряженности биоэлектрической активности головного мозга и кровотока в нем в различные стадии сна и, во-вторых, об особенностях этой сопряженности у лиц с разным исходным вегетативным тонусом. В связи с этим целью настоящего исследования явилось изучение электроэнцефалографических и реоэнцефалографических

показателей головного мозга, а также их сопряженности в состоянии бодрствования и в разные стадии физиологического сна у лиц с нормотоническим и симпатикотоническим типами автономной нервной системы.

## Материалы и методы исследования

Исследование выполнено у 18 практически здоровых юношей-волонтеров в возрасте 18-22 лет, давших соответствующее информированное согласие на участие в исследовании. Определение у них тонуса вегетативной нервной системы проводили путем регистрации электрокардиограммы с дальнейшим математическим анализом вариабельности сердечного ритма и вычислением индекса напряжения [11].

Синхронную регистрацию электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и реоэнцефалограммы (РЭГ) проводили на полиграфическом анализаторе «Энцефалан-131-03» (Россия) в лобных (F3, F4) и затылочных (O1, O2) отведениях для ЭЭГ, а также во фронтотастоидальном (FML, FMR) и окципитотастоидальном (OML, OMR) отведениях для РЭГ. С целью идентификации стадий сна наряду с ЭЭГ-контролем регистрировали при помощи анализатора «Энцефалан-131-03» электроокулограмму и электромиограмму мышц шеи. После идентификации стадии сна отбирали для последующего анализа 20-секундные участки ЭЭГ и 60-секундные участки РЭГ, соответствующие моменту перехода из одной стадии сна в другую. При этом определяли значения следующих параметров электрограмм мозга: абсолютной мощности спектра ЭЭГ (АМ), реографического индекса (РИ) и амплитудно-частотного показателя РЭГ (АЧП).

Для оценки сопряженности биоэлектрической активности и кровоснабжения мозга рассчитывали коэффициенты кросскорреляции ( $r$ ) между параметрами АМ, РИ и АЧП во время спокойного бодрствования, стадии дремоты, медленноволновой и быстроволновой стадий сна. Статистическую обработку результатов проводили при помощи программного пакета STATISTICA 6.0.

## Результаты исследования

На основании анализа вариабельности сердечного ритма испытуемые были разделены на 2 группы: группу нормотоников (НТ) в составе 8-ми человек,



имевших индекс напряжения от 50 до 120 усл. ед., и группу симпатикотоников (СТ), в составе 10-ти человек с показателями индекса напряжения от 121 до 300 усл. ед.

Анализ значений коэффициентов корреляций между параметрами ЭЭГ и РЭГ у лиц группы НТ в состоянии спокойного бодрствования выявил отрицательные корреляционные связи АМ  $\delta$ -ритма в О2 и АЧП в FML и FMR ( $r = -0,97$ ;  $p < 0,05$ ), а также положительные корреляционные связи АМ  $\alpha$ -ритма в F3 и РИ в OML и OMR ( $r = 0,96$ ;  $p < 0,05$ ). В то же время у лиц группы СТ в период бодрствования параметры АМ  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\theta$ - и  $\delta$ -ритмов во всех отведениях отрицательно коррелировали с РИ в OML ( $r = -1,00$ ;  $p < 0,05$ ) и с АЧП в FML и FMR ( $r = -1,00$ ;  $p < 0,05$ ).

В стадию дремоты у НТ наблюдались положительные корреляционные связи АМ  $\theta$ -ритма в О2 с РИ и АЧП в FML и OML ( $r = 0,90$ ;  $p < 0,05$ ), при этом в FMR и OMR РИ и АЧП отрицательно коррелировали с АМ  $\theta$ -ритма в О2 ( $r = -0,87$ ;  $p < 0,05$ ). У НТ наблюдались также положительные корреляционные связи АМ  $\alpha$ -ритма в О2 с РИ и АЧП в FML и OML ( $r = 0,96$ ;  $p < 0,05$ ), в то время как в FMR и OMR РИ и АЧП отрицательно коррелировали с АМ  $\alpha$ -ритма ( $r = -0,91$ ;  $p < 0,05$ ).

В стадию дремоты у СТ наблюдались положительные корреляционные связи АМ  $\delta$ -ритма в F3, F4 и РИ в OML ( $r = 0,94$ ;  $p < 0,05$ ). Наблюдались также положительные корреляционные связи АМ  $\alpha$ -ритма в О1, О2 с РИ в OML ( $r = 0,93$ ;  $p < 0,05$ ), в то время как в OMR была выявлена отрицатель-

ная корреляционная связь ( $r = -0,97$ ;  $p < 0,05$ ).

В медленноволновую стадию сна у НТ наблюдались положительные корреляционные связи АМ  $\delta$ -ритма в О1 с РИ и АЧП в FMR, а также положительные корреляционные связи АМ  $\delta$ -ритма в F4 с РИ в OMR и АМ  $\delta$ -ритма в О2 с АЧП в OMR ( $r = 0,92$ ;  $p < 0,05$ ). В ту же стадию сна у СТ наблюдались отрицательные корреляционные связи АМ  $\delta$ -ритма в О2 и О1 с РИ в FML ( $r = -0,95$ ;  $p < 0,05$ ).

Во время быстроволновой стадии сна у НТ выявлены отрицательные корреляционные связи АМ  $\beta$ -ритма в О2 с РИ в FML и АМ  $\beta$ -ритма в F3 с АЧП в OML и OMR ( $r = -0,96$ ;  $p < 0,05$ ). У СТ в эту стадию сна были выявлены положительные корреляционные связи АМ  $\beta$ -ритма в F3 с РИ и АЧП в FML ( $r = 0,95$ ;  $p < 0,05$ ).

Полученные результаты позволяют сделать заключение о тесной сопряженности между электроэнцефалографическими и реоэнцефалографическими параметрами активности мозга в состоянии спокойного бодрствования и в процессе естественного сна у лиц с разным типом тонуса автономной нервной системы. Но при этом сопряженность параметров ЭЭГ и РЭГ в состоянии бодрствования выражена меньше у нормотоников, чем у симпатикотоников. Во время дремоты и медленноволновой стадии сна наблюдается сравнительно повышенная сопряженность параметров ЭЭГ и РЭГ у нормотоников, тогда как в быстроволновую стадию сна более выражены связи между параметрами ЭЭГ и РЭГ у симпатикотоников.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bruni O, Novelli L, Miano S, Parrino L, Terza MG, Ferri R. Cyclic alternating pattern: A window into pediatric sleep. *Sleep Med.* 2010; 11(7): 628-636.
2. Parrino L, Ferri R, Bruni O, Terzano M. Cyclic alternative pattern (CAP): The marker of sleep instability. *Sleep Med. Rev.* 2012; 16: 27-45.
3. Шеповальников А.Н., Гальперина Е.И., Кручинина О.В. "Микроциклические" изменения биоэлектрической активности мозга в различных стадиях естественного сна у человека. *Журнал высшей нервной деятельности.* 2013; 63(1): 125-134.
4. Ковальзон В.М. Основы сомнологии. М.: Бином, 2011.
5. Вейн А.М. Медицина сна в неврологическом освещении. *Журнал неврологии и психиатрии.* 1997; 4: 4-6.
6. Амамчян А.Э. Гемодинамические варианты регуляции кровообращения и особенности сосудистых реакций у подростков с нейроциркуляторной дистонией. *Журнал фундаментальной медицины и биологии.* 2016; 1: 48-51.
7. Амамчян А.Э. Особенности кардиоваскулярной системы у подростков с разным уровнем тревожности и нейротизма при нейроциркуляторной дистонии. *Журнал фундаментальной медицины и биологии.* 2016; 4: 21-29.
8. Гребняк Н.П., Якимова К.А., Микрюкова Н.Г. Роль спектральных показателей сердечного ритма в оценке адаптационного потенциала студентов. *Журнал фундаментальной медицины и биологии.* 2016; 4: 46-50.
9. Хананашвили Я.А. Регионарное кровообращение. Физиология кровообращения: Учебник. ред. В.М. Покровский, Г.Ф. Коротько. М.: ОАО "Издательство "Медицина", 2011: 353-364.
10. Хананашвили Я.А. Регуляция мозгового кровообращения. Физиология кровообращения: VI Всероссийская с международным участием школа-конференция. М., 2-5 февраля 2016. М.: МАКС Пресс, 2016: 173-175.
11. Вейн А.М. Вегетативные расстройства: клиника, лечение, диагностика. М.: Медицинское информационное агентство, 1998.