

УДК 591.11.1:577.3

## ИНФРАДИАННАЯ РИТМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У КРЫС С НИЗКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

*Темурьянц Н.А., Минко В.А., Яцкевич Т.В.*

Одной из актуальных проблем современной экологической физиологии является исследование индивидуальной чувствительности и устойчивости человека и животных к действию разнообразных факторов, приспособленности и жизнеспособности при изменении условий обитания, экстремальных ситуациях [1, 2]. Наиболее полно изучена стрессоустойчивость, исследованы механизмы реализации адаптационных реакций при действии «чрезвычайных» раздражителей [3 – 6]. Однако накапливается все больше данных о том, что факторы различной природы, но малой интенсивности (микродозы), также обладают выраженным биологическим действием [7], вызывая наиболее яркие ответные реакции у особей с определенными индивидуальными особенностями [8], так называемых сенситивов. В связи с широким распространением таких факторов, изучение индивидуальной чувствительности к их действию представляет значительный интерес. Концепция биологического действия микродоз [9] оказалась плодотворной для решения и многих других, как фундаментальных, так и прикладных проблем физиологии и, в частности, для объяснения механизмов синхронизации биологической ритмики с ритмикой гелиогеофизических факторов [10, 11].

Согласно современным представлениям временная организация биологических систем является столь же важной их характеристикой, как и пространственная и характеризуется спектром периодов от нескольких минут до нескольких лет [11, 12]. Для решения проблем индивидуальной чувствительности к действию микродоз и их влияния на биологическую ритмику перспективно исследование физиологического действия низкоинтенсивных переменных магнитных полей (ПемП) сверхнизкой частоты (СНЧ), т.к. этот фактор, являясь существенным элементом среды обитания [12 – 14], используется как датчик времени биологических ритмов в широком диапазоне периодов [15].

Изменения инфрадианной ритмики физиологических показателей у крыс со средней двигательной активностью (СДА) в тесте «открытого поля» (ОП), которые преобладают в популяции и у которых развивается типичная реакция на действие ПемП СНЧ, изучены достаточно полно [16, 17]. Описаны реакции крыс с различными индивидуальными особенностями на его действие, выделены животные

## ИНФРАДИАННАЯ РИТМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У КРЫС С НИЗКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

(сенситивы), обладающие повышенной чувствительностью к действию ПеМП СНЧ, т.е. крысы с низкой двигательной активностью (НДА) в тесте ОП [8]. По-видимому, сенситивы воспринимают сигналы-предвестники землетрясений и изменений погоды. Однако изменение биологической ритмики под влиянием данного фактора у сенситивов остается неизученным. Поэтому представляет значительный интерес изучение реакции крыс с гиперчувствительностью к действию ПеМП сравнительно с крысами, преобладающими в популяции.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальное изучение влияния ПеМП СНЧ на инфрадианную ритмику физиологических процессов у крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями выполнено на 120 белых беспородных крысах-самцах массой 200-250 г., полученных из опытно-экспериментального питомника Института гигиены и медицинской экологии (г. Киев, фирма «Феникс»).

Исследовались животные с различными индивидуально-типологическими особенностями двигательной активности, которые определялись при помощи теста ОП. В соответствии с задачами исследования было обследовано две группы животных с НДА и СДА и низкой эмоциональностью. Согласно литературным данным, преобладающими в популяции являются крысы со СДА и низкой эмоциональностью [18]. Поэтому можно считать, что типичная реакция на воздействие ПеМП СНЧ развивается у животных этой группы. Крысы каждой выделенной группы делились на три подгруппы по 20 особей в каждой подгруппе, одна из которых подвергалась действию ПеМП СНЧ, другая – мнимому воздействию ПеМП (плацебо), а третья служила контролем.

Для оценки возможного влияния фоновых электромагнитных полей в местах расположения опытных и контрольных групп животных проводили исследования средней активности сукцинтадегидрогеназы (СДГ) у крыс с НДА и СДА в эксперименте с ложным воздействием. В данном случае опытные образцы помещали в кольца Гельмгольца, но не подвергали воздействию ПеМП.

Исследование функциональной активности лимфоцитов и нейтрофилов проводили ежедневно в течение 32-х суток после очередного трехчасового воздействия ПеМП частотой 8 Гц, индукцией 5 мкТл. Кровь для исследований брали из хвостовой вены в одно и то же время суток. Условия взятия материала для исследований во всех экспериментах были стандартизированы.

Функциональное состояние лимфоцитов оценивали на основании исследования окислительно-восстановительных ферментов – СДГ и  $\alpha$ -глицерофосфатдегидрогеназы ( $\alpha$ -ГФДГ). Для выявления указанных дегидрогеназ и определения их средней активности использовали метод, предложенный Нарциссовым Р.П. [19]. Для определения доминирования аэробных процессов в клетке вычисляли отношение средних активностей СДГ/ $\alpha$ -ГФДГ в лимфоцитах периферической крови крыс в течение 32-х суток эксперимента [20].

Функциональную активность нейтрофилов оценивали на основании исследования бактерицидных систем нейтрофилов: (пероксидазы (ПО) [21] и катионных белков (КБ) [22]. Для объективной оценки полученных результатов

подсчитывали цитохимический показатель содержания (ЦПС) в расчете на 100 нейтрофилов [23], который выражали в условных единицах.

Для изучения изменений поведенческих реакций под влиянием экспериментальных воздействий ежедневно, с 8.00 до 12.00 часов сразу после воздействия ПеМП СНЧ, в затемненном и звукоизолированном помещении проводили тестирование в ОП [24], в течение 2-х минут регистрируя горизонтальный (число пересеченных квадратов) и вертикальный (число подъемов на задние лапы) компоненты двигательной активности, количество реакций дефекации (число фекальных боллюсов).

Статистическая обработка материала проводилась вычислением среднего значения исследуемых величин ( $M$ ), среднего квадратического отклонения ( $\delta$ ), ошибки среднего арифметического ( $m$ ). Оценку достоверности наблюдаемых изменений проводили с помощью  $t$ -критерия Стьюдента. За достоверную принималась разность средних при  $p < 0,05$ . Для изучения внутри- и межсистемных взаимоотношений изученных показателей использовали корреляционный и кластерный анализы.

Продолжительность периодов и амплитудно-фазовые характеристики исследуемых физиологических процессов рассчитаны с помощью косинор-анализа, дающего полное представление о структуре физиологических ритмов [25].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты проведенных исследований, динамика показателей поведения у интактных крыс с различным уровнем двигательной активности различалась. У животных со СДА угашение вертикальных и горизонтальных компонентов двигательной активности в ОП происходило на четвертые сутки исследования, а у крыс с НДА – на вторые. В последующие сутки наблюдений отмечались периодические возрастания исследуемых показателей поведения, т. е. при многократном тестировании крыс в ОП адаптация к условиям эксперимента не сводилась к полному угашению исследовательской активности животных, как считалось ранее [26]. Экспоненциальная модель данных позволила выявить у животных со СДА в течение наблюдения тенденцию к возрастанию горизонтальной и к снижению вертикальной двигательных активностей. У животных с НДА экспоненциальной моделью данных не выявлено изменений моторной активности на протяжении всего времени эксперимента. Экспоненциальный анализ выявил разнонаправленные изменения дегидрогеназ в лимфоцитах и бактерицидных систем в нейтрофилах периферической крови обеих групп животных: средняя активность СДГ и ЦПС КБ повышались относительно исходного уровня, а  $\alpha$ -ГФДГ и ЦПС ПО, наоборот, снижались. Однако следует отметить более выраженные изменения в динамике как ЦПС ПО, так и ЦПС КБ в течение эксперимента у интактных крыс с НДА.

В динамике исследованных показателей крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями присутствовала отчетливо выраженная ритмическая составляющая. С помощью косинор-анализа в показателях поведения, средней активности дегидрогеназ лимфоцитов и ЦПС ПО, ЦПС КБ нейтрофилов выявлен

**ИНФРАДИАННАЯ РИТМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У КРЫС С НИЗКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ**

---

набор инфрадианных ритмов, включающий в себя следующие периоды:  $\approx 2^d, 3$ ;  $\approx 2^d, 7$ ;  $\approx 3^d, 3$ ;  $\approx 4^d, 1$ ;  $\approx 5^d, 0$ ;  $\approx 6^d, 2$ ;  $\approx 7^d, 5$ ;  $\approx 9^d, 0$ ;  $\approx 11^d, 2$ ;  $\approx 12^d, 8$ ;  $\approx 15^d, 0$ ;  $\approx 17^d, 0$ ;  $\approx 19^d, 6$  и  $\approx 22^d, 1$  (рис. 1).

Обнаруженные в настоящем исследовании ритмы хорошо известны в деятельности различных биологических систем [15, 27]. Однако параметры инфрадианной ритмики исследованных показателей у интактных крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями различались.

При сравнении инфрадианной ритмики показателей поведения животных с НДА и СДА выявлено, что у крыс с НДА как в спектре горизонтальной двигательной активности (ГДА), так и в спектре вертикальной двигательной активности (ВерДА) обнаружено меньшее количество периодов (на 4 и 3 периода меньше), сужение области выявления периодов (для спектра ГДА – на 7,5 суток, а для спектра ВерДА – на 8,4 суток), наличие доминирующих периодов (рис. 1) и меньшее количество периодических составляющих в спектре ВерДА. Экспоненциальный анализ показал, что амплитуды выделенных периодов у животных с НДА в спектре ГДА снижались (рис. 1), а в спектре ВерДА повышались с увеличением длины периода. К тому же, фазовые отношения ГДА и ВерДА у крыс с НДА характеризовались большей разностью при сопоставлении с таковыми у крыс со СДА.

Сравнительный анализ инфрадианной ритмики показателей энергетических систем лимфоцитов периферической крови у животных с НДА и СДА показал, что наиболее выраженные различия проявлялись в спектре средней активности  $\alpha$ -ГФДГ. В данном спектре у животных с НДА область выявления периодов была более широкой за счет наличия длинного  $\approx 22^d, 1$  периода. Амплитуды ритмов обоих дегидрогеназ возрастали с увеличением периодов (рис. 3), но эта закономерность была выражена меньше, чем у крыс со СДА. Фазы выделенных ритмов у крыс со СДА и НДА также различались. Так, разность фаз в совпадающих ритмах между изучаемыми показателями была выражена гораздо ярче у животных с НДА, чем у крыс со СДА (рис. 2).

Сопоставление инфрадианной ритмики бактерицидных систем нейтрофилов у интактных крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями позволило обнаружить меньшее количество периодов в спектрах ЦПС ПО и ЦПС ПО/КБ (на 5 и 2 периода соответственно) (рис. 4) и периодических составляющих в спектре ЦПС ПО (на 1,3 усл. ед.); более узкую область выявления периодов во всех исследуемых спектрах (меньше на 2,5-5,1 суток); более длинные доминирующие периоды; наименьшую разность фаз между показателями бактерицидных систем нейтрофилов у животных с НДА. У особей данной группы амплитудные значения были выше в спектрах ЦПС ПО и ЦПС ПО/КБ и ниже в спектре ЦПС КБ при сравнении с таковыми животных со СДА.

ПеМП СНЧ изменяло динамику исследованных показателей у крыс с различными типологическими особенностями. Так, под влиянием ПеМП частотой 8 Гц угашение двигательной активности у крыс со СДА отмечалось в более ранние сроки эксперимента, а именно на 3-и сутки тестирования, а у крыс с НДА – в более поздние сроки наблюдений по сравнению с контролем, а именно ГДА снижалась на 7-е сутки, а ВерДА – на 6-е сутки.

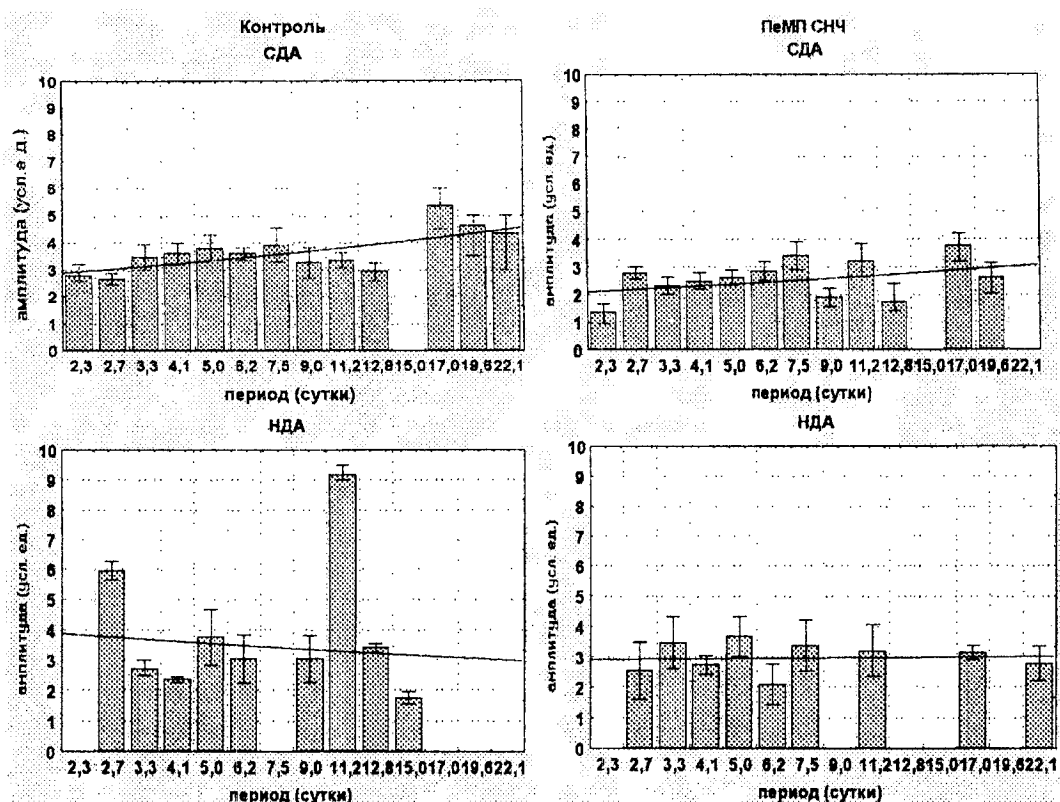


Рис. 1. Амплитуды спектра мощности горизонтальной двигательной активности у интактных крыс (Контроль) и крыс, подвергавшихся воздействию ПеМП СНЧ со средней (СДА) и низкой (НДА) двигательными активностями в тесте «открытого поля» (сплошные линии – экспоненты).

У крыс со СДА ПеМП СНЧ трансформировало направленность изменений ГДА и ВерДА в течение эксперимента. Если у интактных крыс имела место тенденция к возрастанию ГДА при неменяющемся уровне ВерДА в течение 32-х суток эксперимента, то у крыс, подвергнутых действию ПеМП, снижались как ГДА, так и ВерДА. У крыс с НДА также выявлена тенденция к снижению обоих компонентов двигательной активности в ОП, тогда как у интактных животных с НДА изменений ГДА и ВерДА в течение эксперимента не отмечалось. Полученные данные свидетельствуют об усилении процессов торможения в центральной нервной системе (ЦНС) под влиянием ПеМП частотой 8 Гц, более выраженных у крыс со СДА. Эти результаты согласуются с литературными данными, свидетельствующими о том, что при воздействии слабых ПеМП происходит усиление процессов торможения в ЦНС у животных со СДА [28, 29].



**ИНФРАДИАННАЯ РИТМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У КРЫС С НИЗКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ**

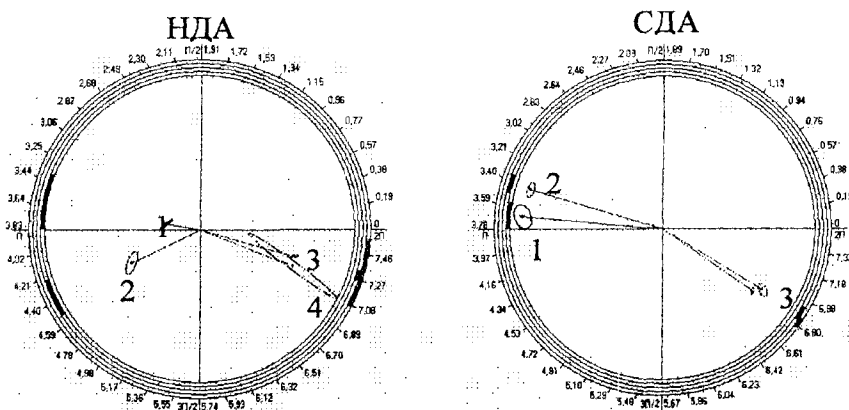


Рис. 2. Косинорограммы  $\approx 9^d, 0$  периода (радианы) средней активности СДГ (1) и  $\alpha$ -ГФДГ (3) у интактных крыс и животных, подвергнутому воздействию ПеМП СНЧ (СДГ – 2 и  $\alpha$ -ГФДГ – 4) с низкой (НДА) и средней (СДА) двигательной активностью в тесте «открытого поля».

Следует отметить, что у крыс с НДА под влиянием ПеМП СНЧ средняя активность СДГ на 3-5-е сутки возрастала в 2 раза больше, чем у крыс со СДА относительно контрольных данных (рис. 5).

Оказалось, что и изменения бактерицидных систем нейтрофилов у крыс с НДА в результате воздействия ПеМП значительно более выражены, чем у крыс со СДА (рис. 5). Однако у крыс обеих групп выявленные изменения ЦПС ПО при действии ПеМП СНЧ были менее выражены, чем изменения ЦПС КБ. Эти данные согласуются с результатами И.Б. Камыниной [30], в которых показано, что ЦПС ПО при воздействии ПеМП частотой 8 Гц достоверно не изменялось. Вместе с тем, у крыс с НДА первые воздействия ПеМП СНЧ вызывали значительное повышение ЦПС КБ, максимальное же увеличение данного показателя отмечалось на 7-ые сутки (ЦПС КБ выше контрольного уровня на 117%,  $p < 0,001$ ) с последующим возвращением к данным контроля, что следует расценивать как указание на повышение уровня функциональной активности клеток и неспецифической резистентности в целом.

Сравнительный анализ ритмических процессов показателей поведения у крыс с НДА и СДА показал, что систематическое воздействие ПеМП приводило к уменьшению различий между параметрами ритмики. Так, структура спектра ВерДА у животных с НДА стала более насыщенной периодами, области выявления периодов в спектрах ГДА и ВерДА стали идентичны, количество периодических составляющих в спектрах ГДА и ВерДА сравнялось (8,0-8,5 усл. ед.), доминирующий период в спектре ГДА исчез у крыс обеих групп (рис. 1). Под влиянием ежедневного воздействия ПеМП обнаружено уравнивание амплитуд относительно контрольных данных в спектрах показателей поведения у крыс с НДА и СДА.

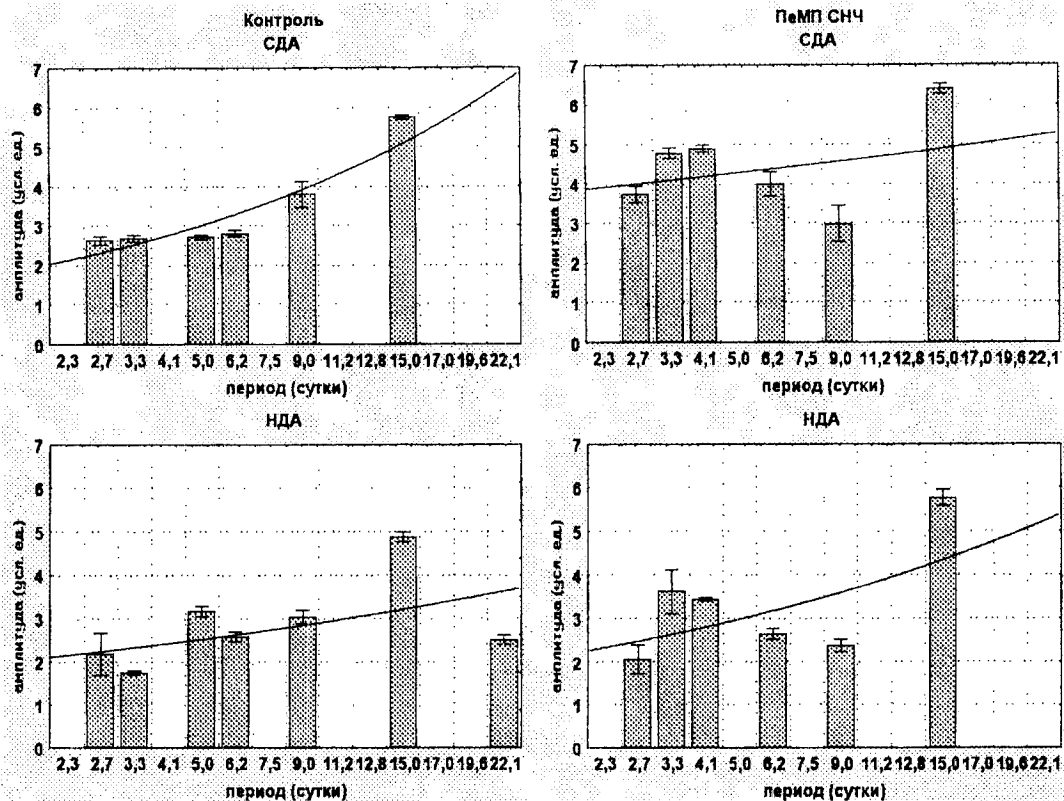


Рис. 3. Амплитуды спектра мощности средней активности  $\alpha$ -ГФДГ в лимфоцитах крови у интактных крыс (Контроль) и крыс, подвергавшихся воздействию ПеМП СНЧ со средней (СДА) и низкой (НДА) двигательными активностями в тесте «открытого поля» (сплошные линии – экспоненты).

Сопоставление параметров инфранианной ритмики показателей энергетических систем в лимфоцитах у животных с НДА и СДА под влиянием ПеМП СНЧ выявило, что спектр средней активности СДГ в лимфоцитах животных с НДА становился похож на таковой у крыс со СДА за счет появления короткого  $\approx 2^d,3$  периода и исчезновения  $\approx 6^d,2$  периода, а спектр средней активности  $\alpha$ -ГФДГ – по количеству и набору выявляемых периодов идентичен таковому животных со СДА. В данном спектре у крыс двух групп оставался  $\approx 15^d,0$  доминирующий период (рис. 3), а в спектре средней активности СДГ данный ритм под влиянием ПеМП исчезал. Амплитуды ритмов в спектрах дегидрогеназной активности животных двух групп повышались с увеличением длины периодов. В настоящем исследовании установлено, что изменение инфранианной ритмики дегидрогеназ в лимфоцитах крыс с НДА на действие ПеМП СНЧ более выражено, чем у животных со СДА.

**ИНФРАДИАННАЯ РИТМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У КРЫС С НИЗКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ**

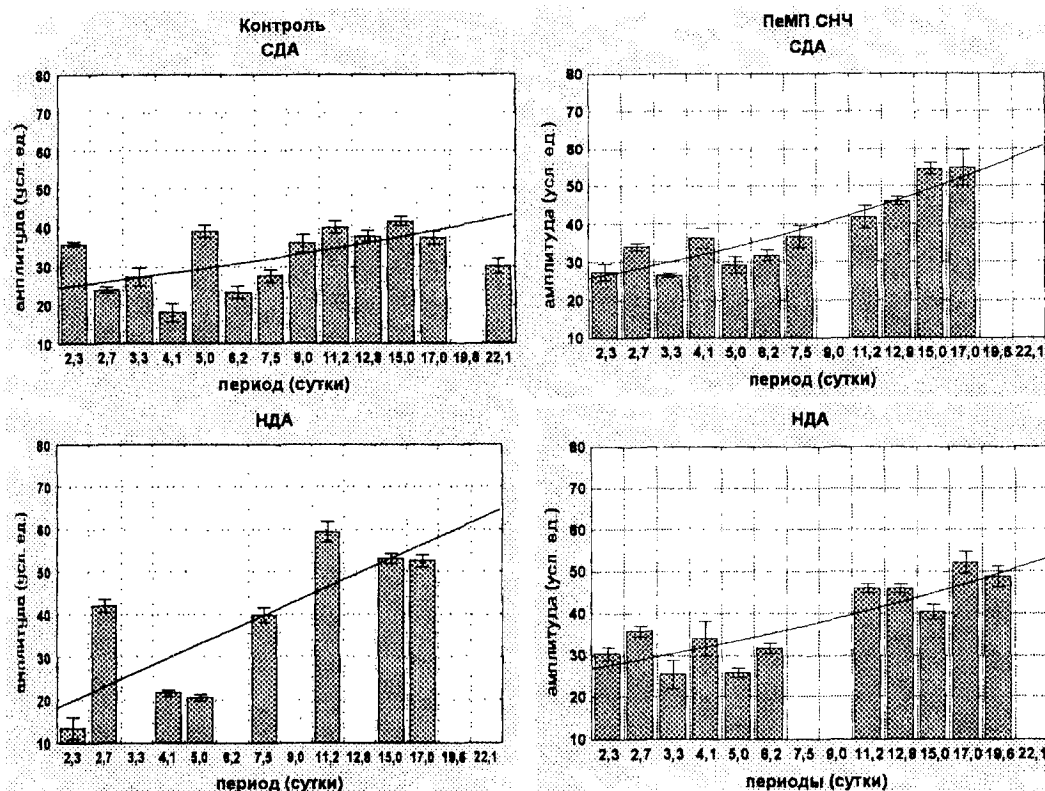


Рис. 4. Амплитуды спектра мощности цитохимического показателя содержания пероксидазы в нейтрофилах крови интактных крыс со средней (СДА) и низкой (НДА) двигательными активностями в тесте «открытого поля» и крыс, подвергнутых воздействию PeMP СНЧ (сплошные линии – экспоненты).

При сравнении параметров инфрадианной ритмики бактерицидных систем нейтрофилов у крыс со СДА и НДА, подвергнутых воздействию PeMP, показано уменьшение различий в спектрах ЦПС ПО (рис. 4), в которых наборы периодов, их амплитуды в большинстве выявленных периодов совпадали, а доминирующие периоды не выявлялись у животных с различными типологическими особенностями.

Изменения межфункциональных связей у животных с различным уровнем двигательной активности под влиянием PeMP между изучаемыми системами нейтрофилов (ПО и КБ) и лимфоцитов (СДГ и  $\alpha$ -ГФДГ) позволил выявить кластерный анализ (рис. 6).

У животных со СДА под влиянием PeMP изменений в дендрограмме не выявлено, тогда как в дендрограмме животных с НДА происходила перегруппировка показателей внутри кластеров. Об этом свидетельствовал переход ЦПС КБ из одного кластера в другой. Воздействие PeMP СНЧ на животных обеих групп приводило к сближению показателей внутри кластеров и самих кластеров, что проявлялось в значительном уменьшении дистанции между ними.



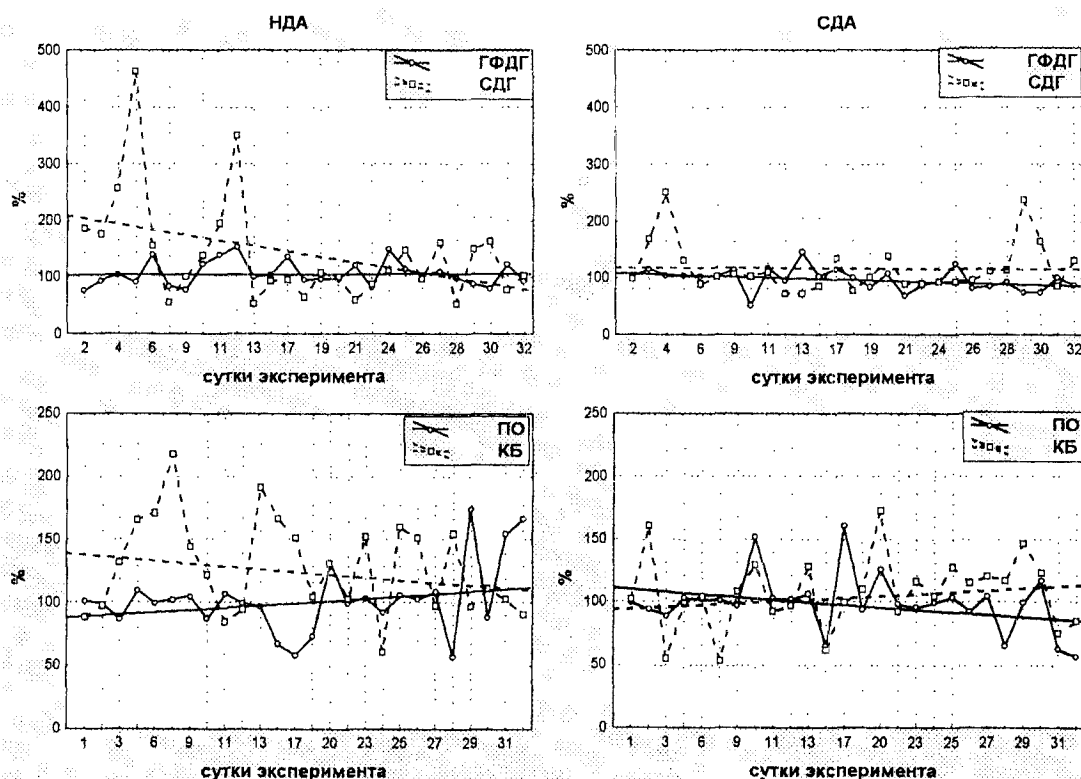


Рис. 5. Динамика показателей энергетических систем лимфоцитов (средние активности СДГ и  $\alpha$ -ГФДГ) и бактерицидных систем нейтрофилов (ЦПС ПО и ЦПС КБ) у крыс с НДА и СДА при воздействии ПеМП СНЧ (в % относительно контроля).

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что наиболее значительные изменения как динамики, так и параметров инфранианной ритмики изученных показателей под влиянием ПеМП СНЧ, зарегистрированы у крыс с НДА. Полученные данные согласуются с результатами Е.Ю. Грабовской [8], в которых показано, что крысы с НДА оказываются более чувствительными к действию ПеМП СНЧ. Полученные данные находятся в полном согласии с законом начальных значений [31], согласно которому эффективность воздействия различных факторов существенно зависит от исходного состояния организма.

Анализ результатов исследования и сопоставление их с данными литературы позволяет утверждать, что в ответ на действие ПеМП частотой 8 Гц развивается адаптационная реакция активации [16, 32 – 35]. Результаты проведенного исследования существенно дополняют характеристику неспецифической адаптационной реакции активации, развивающейся на действие ПеМП частотой 8 Гц индукцией 5 мкТл данными об изменении ритмических процессов, а именно: происходит оптимизация синхронизации между исследованными показателями как у крыс с НДА, так и у животных со СДА, т.е. реакция активации характеризуется оптимальной синхронизацией подсистем организма.

ИНФРАДИАННАЯ РИТМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У КРЫС С НИЗКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

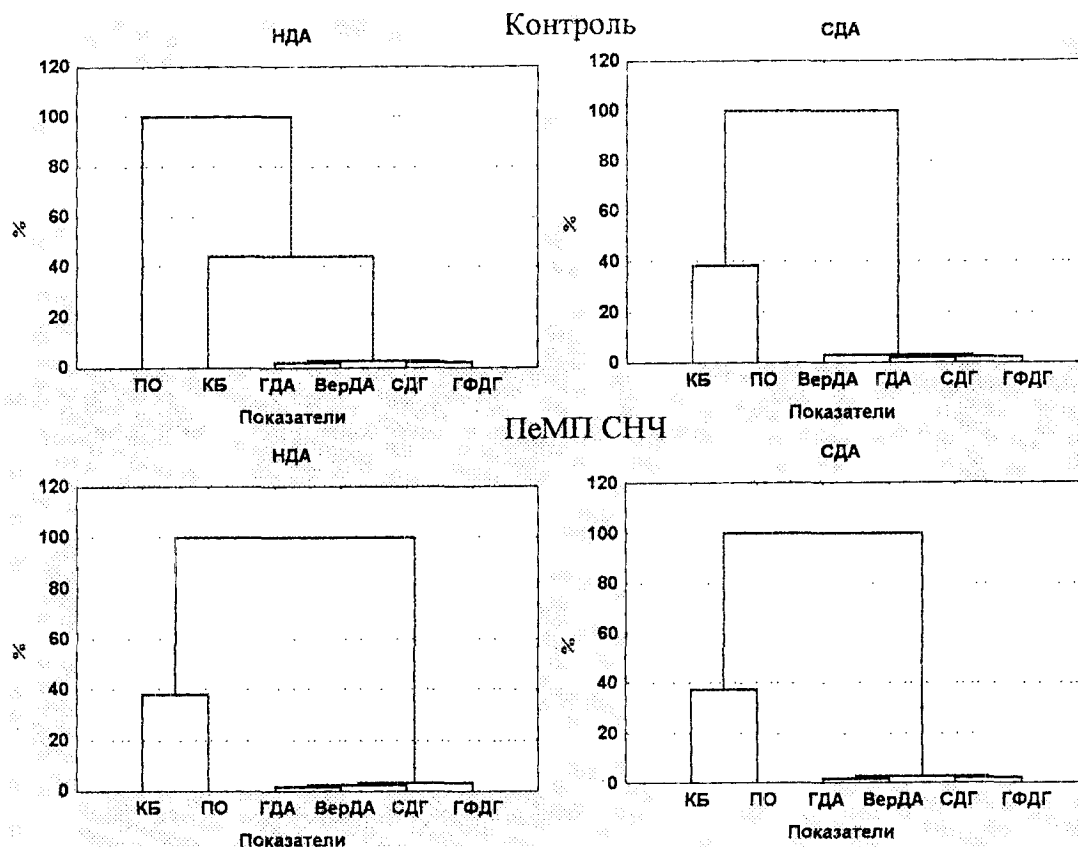


Рис. 6. Дендрограммы структуры связей показателей поведения (ГДА и ВерДА), функциональной активности лимфоцитов (СДГ и  $\alpha$ -ГФДГ) и нейтрофилов (ПО и КБ) крови интактных животных (Контроль) со СДА и НДА и при воздействии ПеМП СНЧ.

Результаты проведенного исследования значительно дополняют литературные данные сведениями о различном изменении ритмических процессов у крыс с НДА и СДА на действие ПеМП СНЧ. В результате данного воздействия уменьшаются различия в параметрах инфрадианной ритмики исследованных показателей у крыс с НДА и СДА. Вероятно, такое явление становится возможным потому, что животные, характеризующиеся различным уровнем двигательной активности в тесте ОП, подвергались одинаковому ритмическому воздействию ПеМП СНЧ (по 3 часа в течение 32-х суток). Именно эти ритмические сигналы, по-видимому, привели к сближению параметров ритмики физиологических показателей. Выявленные ритмы присутствуют в вариациях геофизических индексов [36]. Такое совпадение указывает на справедливость вывода о том, что в отсутствие крупномасштабных возмущений ПеМП СНЧ могут являться датчиками времени, в том числе и для инфрадианного диапазона [37].

Полученные данные могут быть связаны с изменением функциональной активности эпифиза под влиянием ПеМП [38], и, следовательно, с изменением

концентрации его основного гормона – мелатонина. Литературные данные свидетельствуют о том, что в основе действия ПемП на эпифиз лежит способность поля сдвигать акрофазу циркадианного ритма секреции мелатонина [39, 40]. Получены убедительные доказательства участия эпифиза в организации циркадианной и многодневной ритмики, а в частности, инфрадианной [41]. Следовательно, эпифиз является одним из основных датчиков для ритмов различных диапазонов. Изменение акрофазы его секреции, обусловленное действием ПемП, ведет к изменению временной организации физиологических систем, в том числе и инфрадианной ритмики. Выявленные нами различия инфрадианной ритмики показателей поведения, бактерицидных систем нейтрофилов и энергетических систем лимфоцитов у животных с различной двигательной активностью в ОП могут объясняться зависимостью секреции мелатонина от индивидуальных особенностей животных, что согласуется с данными литературы [42].

#### ВЫВОДЫ

Обнаруженная синхронизирующая роль переменного магнитного поля сверхнизкой частоты на инфрадианную ритмику животных с различными индивидуальными особенностями, объясняется способностью данного фактора изменять функциональную активность эпифиза, являющегося одним из основных пейсмекеров в изучаемом диапазоне периодов. Дальнейшие исследования позволят расширить и конкретизировать эти представления.

#### Список литературы

1. Семагин В.Н., Зухарь А.В., Куликов М.А. Тип нервной системы. Стрессоустойчивость и репродуктивная функция. – М.: Наука, 1988. – 133 с.
2. Агаджанян Н.А., Власова И.Г. Влияние инфранизкочастотного магнитного поля на ритмику нервных клеток и их устойчивость к гипоксии // Биофизика. – 1992. – Т. 37, № 4. – С. 681-689.
3. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. – М.: Медицина, – 1960. – 254 с.
4. Меерсон Ф.З. Защитные эффекты адаптации и некоторые перспективы адаптационной медицины // Успехи физиологических наук. – 1991. – Т. 22, № 2. – С. 52 – 89.
5. Судаков К.В. Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу. – М.: Горизонт, – 1998. – 263 с.
6. Пшенникова М.Г., Попкова Е.В., Шимкович М.В. Адаптация к стрессорным воздействиям повышает устойчивость к повреждениям желудка при остром стрессе у крыс популяции Вистар и снижает у крыс линии Август: роль серотонина // БЭБМ. – 2002. – Т. 134, № 10. – С. 383-387.
7. Лиманский Ю.П., Колбун Н.Д. Возможные механизмы взаимодействия низкоинтенсивных электромагнитных излучений с организмом человека // Теория и практика информационно-волновой терапии / Под ред. Н.Д. Колбуна. – К., 1996. – С. 30-42.
8. Грабовская Е.Ю. Реакция крыс с различными индивидуальными особенностями двигательной активности на действие слабого ПемП СНЧ: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь, – 1992. – 23 с.
9. Бурлакова Е.Б. Эффект сверхмалых доз // Вестник РАМ. – 1994. – Т.64, № 5. – С.425 – 431.
10. Блехман И.И. Синхронизация в природе и технике. – М.: Наука, – 1981. – 121 с.
11. Владимирский Б.М. Солнечно-земные связи в биологии и явление «захвата» частоты // Проблемы космич. биологии. – 1982. – Т. 43. – С. 166-173.
12. Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А. Влияние солнечной активности на биосферу – ноосферу (Гелиобиология от А.Л. Чижевского до наших дней). – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 374 с.

**ИНФРАДИАННАЯ РИТМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У КРЫС С НИЗКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ**

13. Моисеева И.И., Сысуев В.М. Временная среда и биологические ритмы. – Л.: Наука, – 1981. – 128 с.
14. Бреус Т.К. Влияние солнечной активности на биологические объекты: Автореф. дис. ... доктора физ.-мат. наук: 01.03.03; 03.00.02. / Инст. Космич. исследований РАН. – М. – 2003. – 31 с.
15. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А. Космос и биологические ритмы. – Симферополь. – 1995. – 206 с.
16. Темурьянц Н.А. Нервные и гуморальные механизмы адаптации к действию неионизирующих излучений. Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. – М. – 1989. – 44 с.
17. Шехоткин А.В. Влияние переменного магнитного поля сверхнизкой частоты на инфрадианную ритмику количественных и функциональных характеристик лейкоцитов крови у интактных и эпифизэктомированных крыс: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь. – 1995. – 25 с.
18. Кулагин Д.А., Болондинский В.Е. Нейрохимические аспекты эмоциональной реактивности и двигательной активности крыс в новой обстановке // Успехи физиол. наук. – 1986. – Т. 17, № 1. – С. 92.
19. Нарциссов Р.П. Прогностические возможности клинической цитохимии // Советская педиатрия. – М.: Медицина. – 1982. – Вып.2. – С.267.
20. Робинсон М.В., Топоркова Л.Б., Труфакин В.А. Морфология и метаболизм лимфоцитов. – Новосибирск: Наука. – 1986. – 125 с.
21. Лилли Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия. – М.: Мир. – 1969. – 645 с.
22. Шубич М.Г. Выявление катионного белка в цитоплазме лейкоцитов с помощью бромфенолового синего // Цитология. – 1974. – Т. 16, № 10. – С. 1321-1322.
23. Kaplow L.S. A Histochemical procedure for localizing and evaluation leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow // Blood. – 1955. – № 10. – P. 1023-1029.
24. Hall C.S. Emotional behavior in the rat. Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality // J. Comp. Physiol. – 1934. – Vol. 18. – P. 38 – 58.
25. Емельянов И.П. Формы колебания в биоритмологии. – Новосибирск: Наука. – 1976. – 127 с.
26. Маркель А.Л. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте “открытого поля” // ЖВНД. – 1981. – Т. 31, № 2. – С. 301-307.
27. Шабатура Н.Н. Механизм происхождения инфрадианных биологических ритмов // Успехи физиол. наук. – 1989. – 20, №3. – С. 83–103.
28. Норемян Т.П., Тишанинова Л.В., Холодов Ю.А. Влияние низкочастотного переменного магнитного поля на формирование рефлексов избегания у крыс // ЖВНД. – 1987. – Т. 37, № 3. – С. 485-488.
29. Холодов Ю.А. Реакция нервной системы на электромагнитные поля. – М.: Наука. – 1975. – 207 с.
30. Камынина И.Б. Влияние слабого переменного магнитного поля сверхнизкой частоты на инфрадианную ритмику физиологических систем, контролируемых эпифизом: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ – М. – 1996. – 12 с.
31. Плеханов Г.Ф., Васильев Н.В., Козлова Т.И. Зависимость реакции биосистемы на раздражитель от ее исходного значения // Бюл. Сиб. отд. АМН СССР. – 1989. – № 2. – С. 83-86.
32. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. – Ростов н/Д: из-во Ростовского университета, 1990. – 224 с.
33. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации. – М.: «Имедис», 1998. – 656 с.
34. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии: Автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь. – 1985. – 25 с.
35. Евстафьева Е.В. Изменение показателей липидного обмена и системы крови у крыс при адаптации к гипокинезии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ – Л. – 1986. – 24 с.
36. Чичельницкий А.М. Волновая структура, квантование и мегаспектроскопия солнечной системы // Динамика космических аппаратов и исследование космического пространства. – М.: Машиностроение. – 1986. – С. 57-74.

37. Владимирский Б.М. О возможных факторах солнечной активности влияющих на процессы в биосфере // Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли. – М.: Наука. – 1971. – С. 126-141.
38. Semm P., Schneider T., Vollrath L. The effects of an earth strength magnetic field on the electrical activity of pineal cells // Nature. – 1982. – Vol. 288. – P. 607-608.
39. Arendt J. Impotence and relevance of melatonin to human biological rhythms // J. Neuroendocrinol. – 2003. – Vol. 15, № 4. – P. 427-431.
40. Темурьянц Н.А., Шехоткин А.В., Наситевич В.А., Магниточувствительность эпифиза // Биофизика. – 1998. – Т. 43, № 5. – С. 761-765.
41. Темур'янц Н.А., Шехоткин О.В., Роль епіфіза в організації інфрадіяної ритміки фізіологічних систем // Нейрофізіологія. – 1999. – Т. 31, № 2. – С. 157-161.
42. Reiter R.J. Melatonin aspects of exposure to low frequency electric and magnetic fields // Advances in electromagnetic fields in living systems. – 1997. – Vol. 2. – P. 1-27.

*Поступила в редакцію 22.09.2005 г.*