

УДК 591.11.1: 577.3

ИЗМЕНЕНИЯ ИНФРАДИАННОЙ РИТМИКИ БАКТЕРИЦИДНЫХ СИСТЕМ НЕЙТРОФИЛОВ У КРЫС С ВЫСОКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ ПОД ВЛИЯНИЕМ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Нагаева Е.И.

В последние десятилетия достигнуты значительные успехи в области изучения циркадианной ритмики многих физиологических показателей. Установлено, что циркадианные ритмы возникли в ответ на суточные изменения режима освещенности на Земле и закрепились адаптивным путем на всех уровнях сложных биологических систем [1–3]. Многочисленные исследования показали, что наряду с циркадианной ритмичностью большое значение имеют инфрадианные ритмы (ИР), которые проявляются в деятельности практически всех физиологических систем организма человека и животных и составляют часть временной организации биологических систем [4–6]. Предполагается, что датчиком времени для этого диапазона являются слабые переменные магнитные поля (ПеМП) сверхнизкой частоты (СНЧ), но для подтверждения этого предположения необходимо проведение специальных экспериментальных исследований влияния ПеМП СНЧ на инфрадианную ритмику. Дополнительным доказательством этого предположения могут быть данные об изменении инфрадианной ритмики под влиянием ПеМП у животных с различными индивидуальными особенностями. Так, типичные изменения ИР у крыс со средней двигательной активностью (СДА), преобладающих в популяции описаны [7], то время как ее изменения у животных с низкой чувствительностью к действию ПеМП СНЧ не изучены. В связи с вышеизложенным целью настоящего исследования явилось сравнение влияния ПеМП СНЧ на ИР физиологических систем у крыс с типичной и высокой толерантностью к действию ПеМП. Показано, что животными с низкой чувствительностью являются крысы с высокой двигательной активностью (ВДА) в открытом поле (ОП) [8].

Известно, что нейтрофилы как форменные элементы крови высокочувствительны к действию слабых ПеМП СНЧ [9]. Эти клетки образуют универсальную регулирующую систему, являясь индикатором различных нарушений гомеостаза [10, 11]. Выбор в качестве объекта исследования цитохимических показателей пероксидазы (ПО) и катионных белков (КБ) был обусловлен тем, что именно они, являясь мощными бактерицидными системами, в значительной степени определяют функциональную полноценность нейтрофилов в осуществлении защитных реакций фагоцитарного и нефагоцитарного типа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперименты были проведены на 40 беспородных белых крысах самцах массой 160-180 г., из которых были сформированы 2-е группы животных, обладающих СДА и ВДА, а также низкой эмоциональностью. Для формирования групп использовался тест «открытого поля» (ОП) [12], позволяющий с высокой степенью достоверности выявить индивидуальные различия между животными. Животные каждой группы делились на 2-е подгруппы, одна из которых подвергалась действию ПеМП СНЧ (частота 8 Гц и индукция 5 мкТл) ежедневно в течение 3-х часов, другая служила контролем. Кровь для исследований брали ежедневно в одно и то же время из хвостовой вены. В мазках крови цитохимическими методами определяли содержание ПО и КБ в нейтрофилах. Содержание ПО определяли по методу Graham J., а определение содержания КБ производили по способу, предложенному Шубичем М. Г. [13, 14]. Цитохимический показатель содержания (ЦПС) подсчитывали по Karlow [15]. Анализ временной организации проводили с применением косинор-анализа. Достоверность выявленных изменений вычисляли с применением t-критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Спектры мощности бактерицидных систем нейтрофилов у животных со СДА характеризовались следующими параметрами. В спектре мощности ЦПС ПО выявлялось 13 периодов ($\approx 2^d,3 - \approx 22^d,1$). Отсутствовал только $\approx 19^d,6$ период (рис. 1). Спектры ЦПС КБ и ЦПС ПО/КБ состояли из 10 периодов, а именно, в спектре ЦПС КБ отсутствовали: $\approx 2^d,3$; $\approx 5^d,0$; $\approx 7^d,5$; $\approx 11^d,2$ периоды, а в спектре ЦПС ПО/КБ – $\approx 5^d,0$; $\approx 11^d,2$; $\approx 17^d,0$; $\approx 19^d,6$ периоды (рис. 2, 3). В данном спектре количество периодических составляющих было больше при сравнении с таковым ЦПС КБ (рис. 2, 3). Однако область выявления периодов во всех исследуемых спектрах практически совпадала (рис. 1-3). Доминирующий ритм выявлялся только в спектре ЦПС КБ и составил $\approx 6,2$ суток (рис. 2).

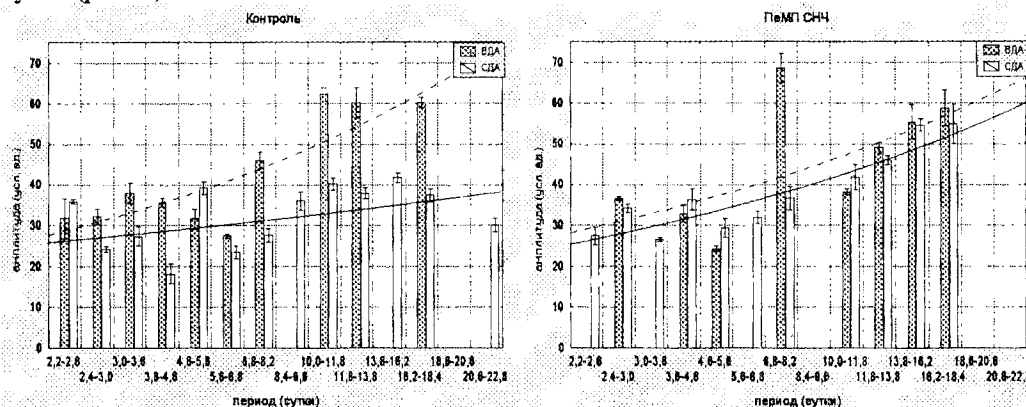


Рис. 1. Амплитуды спектра мощности цитохимического показателя содержания пероксидазы (ЦПС ПО) в нейтрофилах крови у интактных крыс (Контроль) и крыс, подвергнутых действию ПеМП СНЧ со средней (СДА) и высокой (ВДА) двигательной активностью в тесте «открытого поля» (линиями определены экспоненты).

ИЗМЕНЕНИЯ ИНФРАДИАННОЙ РИТМИКИ БАКТЕРИЦИДНЫХ СИСТЕМ НЕЙТРОФИЛОВ У КРЫС С ВЫСОКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ ПОД ВЛИЯНИЕМ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

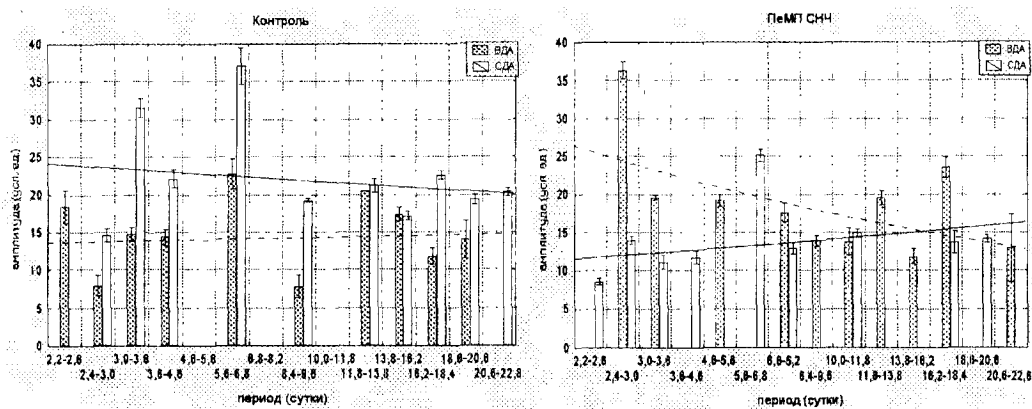


Рис. 2. Амплитуды спектра мощности цитохимического показателя содержания катионных белков (ЦПС КБ) в нейтрофилах крови у intactных крыс (Контроль) и крыс, подвергнутых действию PeMP СНЧ со средней (СДА) и высокой (ВДА) двигательной активностью в тесте «открытого поля» (линиями определены экспоненты).

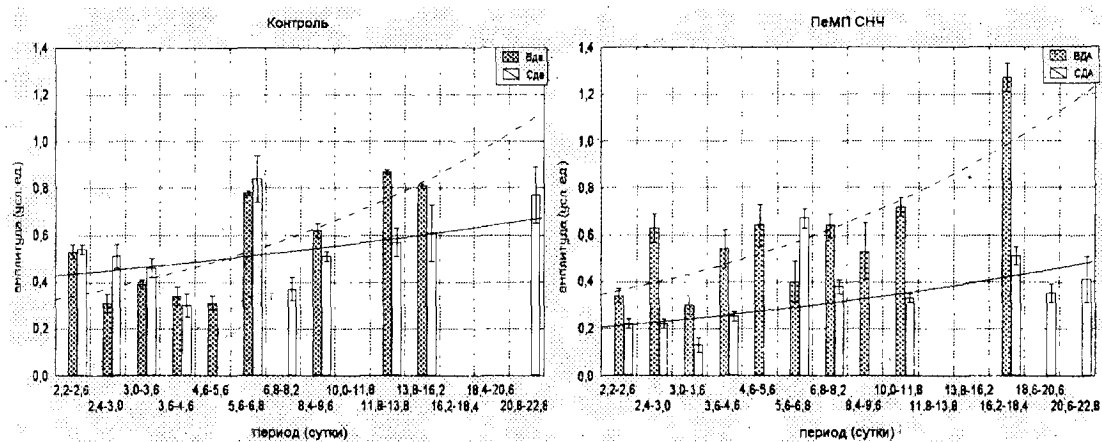


Рис. 3. Амплитуды спектра мощности отношения цитохимического показателя содержания пероксидазы (ЦПС ПО) к цитохимическому показателю содержания катионных белков (ЦПС КБ) в нейтрофилах крови у intactных крыс (Контроль) и крыс, подвергнутых действию PeMP СНЧ со средней (СДА) и высокой (ВДА) двигательной активностью в тесте «открытого поля» (линиями определены экспоненты).

Амплитуды спектра ЦПС ПО/КБ были значительно ниже (0,30 – 0,84 усл. ед.) соответствующих амплитуд в спектрах ЦПС ПО и ЦПС КБ (14,62 – 40,10 усл. ед.). Экспоненциальный анализ спектров ЦПС ПО и ЦПС ПО/КБ выявил тенденцию к повышению амплитуд, а в спектре ЦПС КБ – к их снижению с ростом длины периода (рис. 1-3).

Инфрадианным ритмам показателей бактерицидной активности нейтрофилов у крыс со СДА свойственны определенные фазовые параметры. Разность фаз между ЦПС ПО и ЦПС КБ у крыс со СДА в периодах: $\approx 2^d,7$; $\approx 3^d,3$; $\approx 4^d,1$; $\approx 6^d,2$; $\approx 9^d,0$; $\approx 12^d,8$; $\approx 15^d,0$; $\approx 17^d,0$; $\approx 22^d,0$ колебалась в пределах от 0,67 – 3,57 рад. соответственно (рис. 4).

Инфрадианная периодичность обнаружена и в показателях бактерицидной активности нейтрофилов крови крыс с ВДА. Так, было выделено 10 периодов в спектре мощности ЦПС ПО и ЦПС КБ: $\approx 2,3$; $\approx 2,7$; $\approx 3,3$; $\approx 4,1$; $\approx 5,0$; $\approx 6,2$; $\approx 7,5$; $\approx 11,2$; $\approx 12,8$; $\approx 17,0$ суток (рис. 1, 2). Однако в спектре ЦПС КБ отсутствовали $\approx 5,0$; $\approx 7,5$; $\approx 11,2$; периоды, и присутствовали – $\approx 9,0$; $\approx 15,0$ и $\approx 19,6$ -исуточные (рис. 2). Спектр мощности ЦПС ПО/КБ содержал меньшее количество периодов ($n = 9$), чем спектр ЦПС ПО и ЦПС КБ (рис. 3). Несмотря на выявленные различия в исследуемых спектрах, доминирующий период в спектрах ЦПС ПО и ЦПС ПО/КБ различался всего лишь на 1,9 суток. Однако в спектре ЦПС КБ доминирующим стал $\approx 6,2$ суточный период (рис. 1–3).

Экспоненциальный анализ показал, что во всех спектрах ЦПС бактерицидных систем нейтрофилов отмечалась тенденция к повышению амплитуд с увеличением длины периодов (рис. 1–3).

В исследуемых спектрах обнаруживались и определенные фазовые соотношения между ЦПС ПО и ЦПС КБ. В $\approx 2^d,4$; $\approx 2^d,7$; $\approx 3^d,3$; $\approx 4^d,1$; $\approx 6^d,2$ $\approx 12^d,8$ и $\approx 17^d,0$ периодах разность фаз между данными показателями составила 0,13 – 4,37 рад. (рис. 5), что является свидетельством большей степени синхронизации между показателями бактерицидной активности нейтрофилов по сравнению с животными, характеризующимися СДА.

Сопоставление инфрадианной ритмики бактерицидных систем нейтрофилов у крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями позволило выявить меньшее количество периодов в спектрах ЦПС ПО и ЦПС ПО/КБ (на 3 и 1 период) у животных с ВДА, более узкую область выявления периодов во всех исследуемых спектрах (меньше на 2,5 – 6,88 суток), а также более длинные доминирующие периоды для ЦПС ПО и ЦПС ПО/КБ. Кроме того, у животных с ВДА амплитуды были выше в спектрах ЦПС ПО и ЦПС ПО/КБ и ниже в спектре ЦПС КБ. У животных со СДА отмечалась меньшая разность фаз между показателями бактерицидной активности нейтрофилов, чем у животных с ВДА.

Следовательно, инфрадианная ритмика бактерицидных систем нейтрофилов у животных с различными типологическими особенностями не одинакова. Полученные данные об инфрадианной периодичности физиологических процессов у крыс со СДА согласуются с литературными данными [5, 16]. Однако они существенно дополняются новыми данными благодаря меньшему шагу косинор-анализа (шаг составил 0,2 суток), примененному в данном исследовании. Нами выявлено большее число периодов, и определены различия в их числе, области выявления периодов, структуре спектров различных показателей. Кроме того, анализ фазовых взаимоотношений показателей, характеризующих состояние каждой функциональной системы, позволил выявить увеличение синхронизации между показателями бактерицидных систем нейтрофилов. ПеМП вносило существенные изменения и в инфрадианную ритмику бактерицидных систем нейтрофилов у крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями.

ИЗМЕНЕНИЯ ИНФРАДИАННОЙ РИТМИКИ БАКТЕРИЦИДНЫХ СИСТЕМ НЕЙТРОФИЛОВ У
КРЫС С ВЫСОКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ ПОД ВЛИЯНИЕМ СЛАБОГО
ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

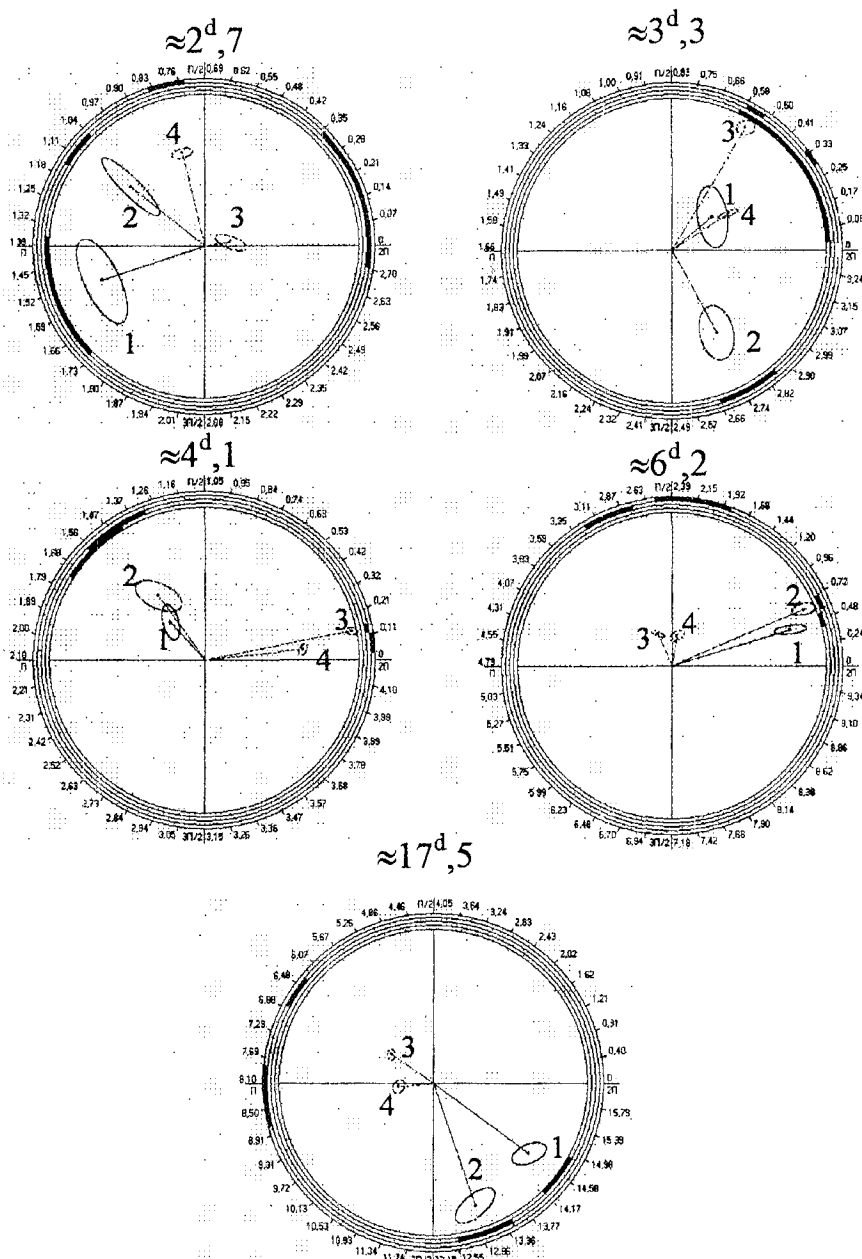


Рис. 4. Косинорограммы периодов (радианы), длительностью $\approx 2,7$; $\approx 3,3$; $\approx 4,1$; $\approx 6,2$ и $\approx 17,5$ суток цитохимических показателей содержания (ЦПС) пероксидазы (ПО) (1) и катионных белков (КБ) (3) у intactных крыс и у животных, подвергнутых воздействию ПемП СНЧ (ЦПС ПО – 2 и ЦПС КБ – 4) со средней двигательной активностью.

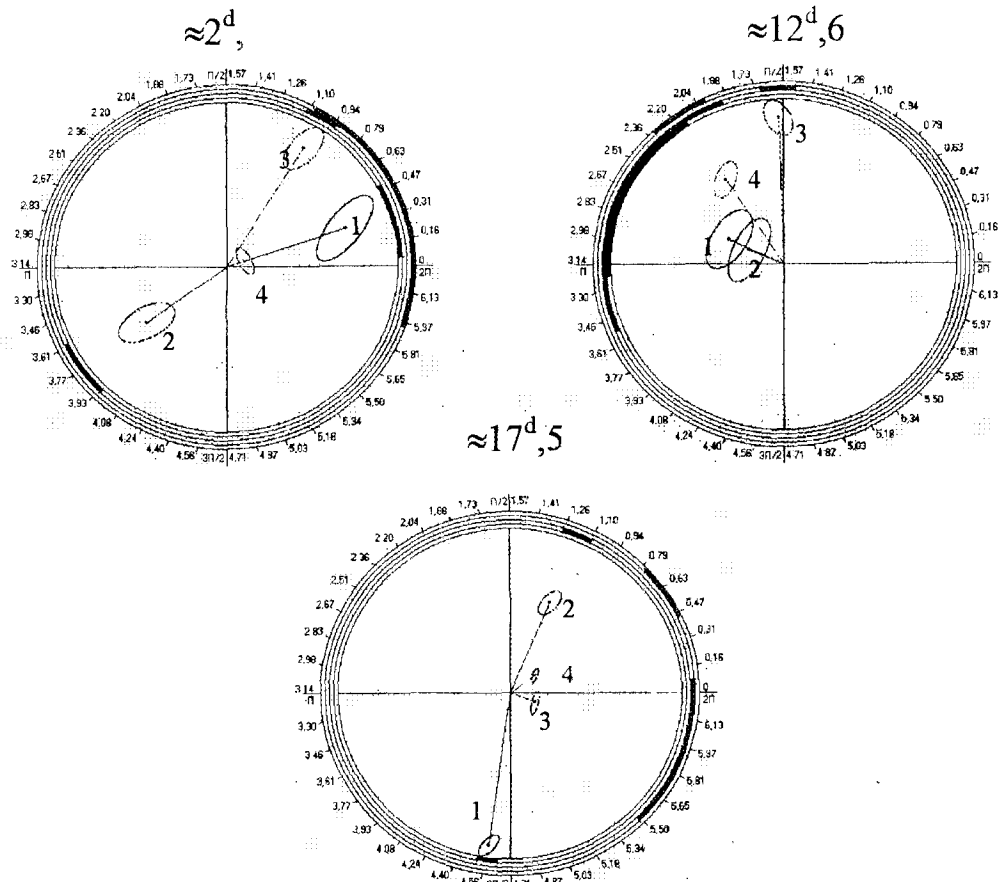


Рис. 5. Косинорограммы периодов (радианы), длительностью $\approx 2,7$; $\approx 12,6$ и $\approx 17,5$ суток цитохимических показателей содержания (ЦПС) пероксидазы (ПО) (1) и катионных белков (КБ) (3) у интактных крыс и у животных, подвергнутых воздействию ПемП СНЧ (ЦПС ПО – 2 и ЦПС КБ – 4) с высокой двигательной активностью.

У животных со СДА обнаружены значимые перестройки спектров, проявляющиеся в изменениях количества периодов (рис. 1 – 3). Так, в спектре ЦПС ПО их количество уменьшилось с 13 до 11 периодов, а в спектре ЦПС КБ, наоборот, увеличилось на один период. Кроме того, менялась структура периодов: не выявлялись $\approx 9^d,0$ и $\approx 22^d,1$ периоды в спектре ЦПС ПО; $\approx 9^d,0$, $\approx 12^d,8$; $\approx 15^d,0$ – в спектре ЦПС К; $\approx 9^d,0$; $\approx 12^d,8$; $\approx 15^d,0$ суток в спектре ЦПС ПО/КБ, отмечено также появление новых периодов, таких как: $\approx 2^d,3$; $\approx 7^d,5$; $\approx 11^d,2$ суток в спектре ЦПС КБ и $\approx 11^d,2$; $\approx 17^d,0$; $\approx 19^d,6$ периодов в спектре ЦПС ПО/КБ. Вместе с данными перестройками периодов изменялась и область выявления периодов (рис. 1 – 3). Данная область увеличивалась на 5,1 суток в спектре ЦПС ПО и уменьшалась на 2,7 суток в спектре ЦПС КБ. Количество периодических составляющих уменьшалось в спектрах ЦПС ПО на 1,1 усл. ед. и ЦПС КБ на 1,7 усл. ед. (рис. 1, 2). Воздействие ПемП

ИЗМЕНЕНИЯ ИНФРАДИАННОЙ РИТМИКИ БАКТЕРИЦИДНЫХ СИСТЕМ НЕЙТРОФИЛОВ У КРЫС С ВЫСОКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ ПОД ВЛИЯНИЕМ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

приводило к увеличению амплитуд в спектре ЦПС ПО, а в спектрах ЦПС КБ и ЦПС ПО/КБ – к их снижению с увеличением длины периодов (рис. 1 – 3). Наиболее выраженные фазовые изменения относительно контрольных значений воздействие ПеМП вносил в спектр ЦПС ПО крыс со СДА (фазовый сдвиг зарегистрирован в шести периодах: в периодах $\approx 2^d, 3$; $\approx 2^d, 7$; $\approx 7^d, 5$ выявлялась задержка фаз, а в периодах $\approx 3^d, 5$; $\approx 4^d, 1$; $\approx 5^d, 0$, наоборот, их опережение); тогда как в спектре ЦПС КБ фазы в двух периодах ($\approx 2^d, 7$ и $\approx 19^d, 5$) продвигались вперед, а в спектре ЦПС ПО/КБ, наоборот, отмечалась задержка фаз в двух периодах ($\approx 4^d, 1$ и $\approx 7^d, 5$) при сравнении с контролем (рис. 4). В показателях бактерицидной активности нейтрофилов (ЦПС ПО и КБ) крыс данной группы при воздействии ПеМП в периодах: $\approx 2^d, 7$; $\approx 4^d, 1$; $\approx 6^d, 2$; $\approx 12^d, 8$; $\approx 17^d, 5$ обнаружено уменьшение разницы фаз на $51,56^\circ$; $1,71^\circ$; $83,07^\circ$; $70,47^\circ$; $107,71^\circ$ по сравнению с контролем (рис. 4). Исключение составил период длительностью $\approx 3,3$ суток, в контроле отмечалось увеличение разности фаз на $41,82^\circ$.

Таким образом, полученные нами данные убедительно свидетельствуют о том, что под влиянием ПеМП у крыс со СДА в исследованных показателях отмечалось изменение количества периодов, области их выявления, перестройки доминирующего ритма, амплитуд, а также фаз, что сопровождалось усилением синхронизации между показателями бактерицидных систем нейтрофилов.

Анализ спектров мощности бактерицидных систем нейтрофилов у крыс с ВДА, подвергнутых воздействию ПеМП СНЧ, обнаружил существенные перестройки ритмики, проявляющиеся в уменьшении числа периодов в спектре ЦПС ПО (на 2 периода) и увеличении ЦПС ПО/КБ (на один период). Количество периодов в спектре ЦПС КБ под влиянием ПеМП не изменялось. Структура спектров также перестраивалась как за счет появления новых в спектре ЦПС ПО: $\approx 15,0$ суток; ЦПС КБ: $\approx 5,0$; $\approx 7,5$; $\approx 11,2$; $\approx 21,8$ суток; ЦПС ПО/КБ: $\approx 7,5$; $\approx 11,2$; $\approx 17,3$ суток. Так и за счет исчезновения старых периодов в спектре ЦПС ПО: $\approx 2,4$; $\approx 3,3$; $\approx 6,2$ суток; ЦПС КБ: $\approx 2,4$; $\approx 4,1$; $\approx 6,2$; $\approx 19,6$ суток; ЦПС ПО/КБ: $\approx 12,8$; $\approx 15,0$ суток. (рис. 1 – 3). К тому же, выявлялась тенденция к уменьшению количества периодических составляющих в спектрах ЦПС ПО, и увеличению в спектрах ЦПС ПО/КБ (рис. 1, 3). Область выявления периодов увеличивалась на 1,55 суток в спектрах ЦПС ПО/КБ и уменьшалась в спектре ЦПС ПО на 0,62 суток, а для ЦПС КБ спектр сдвигался вправо в сторону более длинных периодов (рис. 2). ПеМП способствовало перестройке доминирующего периода в спектре ЦПС ПО ($\approx 7,5$ суток). В спектре ЦПС КБ ПеМП вызвало появление доминирующего $\approx 2,7$ -дневного ритма, а в спектре ЦПС ПО/КБ – $\approx 17,3$ -дневного ритма (рис. 2, 3). Амплитуды данных спектров также менялись (рис. 1–3). Так, в спектре ЦПС ПО отмечалось уменьшение амплитуд, а в спектре ПО/КБ их увеличение при сравнении с контрольными значениями. Экспоненциальная модель амплитуд выявила, что экспозиция ПеМП привела к уменьшению амплитуд периодов спектра ЦПС КБ с увеличением их длины.

Отмечены фазовые сдвиги относительно контроля. Так, в спектре ЦПС ПО – сдвиг фаз выявлен в одном периоде ($\approx 7^d, 6$) и составил 0,32 рад. В спектре ЦПС КБ фазовый сдвиг выявлялся в периоде $\approx 2,6$ суток – 3,45 рад., а в спектре ЦПС ПО/КБ сдвиг фаз наблюдался в пяти периодах ($\approx 2^d, 2$; $\approx 2^d, 6$; $\approx 3^d, 4$; $\approx 5^d, 0$ и $\approx 6^d, 2$), где их запаздывание составило 3,98; 0,33; 4,05; 1,93; 1,23 рад. соответственно (рис. 5). Обнаружено также, что при воздействии ПеМП

СНЧ происходила перестройка фазовых отношений между показателями бактерицидных систем нейтрофилов (рис. 5). Так, у животных с ВДА наблюдалось уменьшение разности фаз в двух периодах ($\approx 12^d,2$ и $\approx 17^d,3$) на $58,4^\circ$ и $19,5^\circ$ и увеличение – в одном коротком периоде ($\approx 2^d,7$) на $175,9^\circ$ при сравнении с контролем (рис 5). Т.е. при воздействии ПеМП СНЧ у крыс с ВДА имело место уменьшение фазовых различий в отдельных периодах относительно контрольных значений между показателями бактерицидных систем (ЦПС ПО и КБ), что сопровождалось усилением синхронизации между показателями бактерицидных систем нейтрофилов.

При сопоставлении параметров инфрадианной ритмики бактерицидных систем нейтрофилов у крыс со СДА и ВДА, подвергнутых воздействию ПеМП, выявлено уменьшение различий в спектрах ЦПС ПО, в которых наборы периодов, их амплитуды практически совпадали у животных с различными типологическими особенностями, а доминирующие периоды не выявлялись.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что слабое ПеМП СНЧ вызывает существенные изменения параметров инфрадианной ритмики физиологических процессов у крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями, но более выражены они у крыс со СДА. Таким образом, результаты проведенного исследования значительно дополняют литературные данные сведениями о неодинаковом изменении ритмических процессов у крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями на действие ПеМП СНЧ.

Следует отметить, что существенные изменения параметров ритмики отмечаются даже в том случае, когда абсолютные их значения не меняются. Полученные данные согласуются с результатами Е.Ю. Грабовской [8], в которых показано, что крысы с различным уровнем двигательной активности неодинаково реагируют на воздействие ПеМП СНЧ, что проявляется в особенностях функциональных изменений цитохимического статуса нейтрофилов.

В результате действия ПеМП СНЧ изменения параметров инфрадианной ритмики функциональной активности нейтрофилов у животных со СДА и ВДА становятся менее выраженными. Синхронизирующее влияние ПеМП СНЧ на инфрадианную ритмику животных с различными индивидуальными особенностями, вероятно, объясняется способностью данного фактора изменять функциональную активность эпифиза [17], являющегося одним из основных пейсмейкеров в изучаемом диапазоне периодов. Дальнейшие исследования позволят расширить и конкретизировать эти представления.

ВЫВОДЫ

1. Слабое переменное магнитное поле сверхнизкой частоты вызывает существенные изменения параметров инфрадианной ритмики бактерицидных систем нейтрофилов у крыс с различными типологическими особенностями.

2. Крысы с различным уровнем двигательной активности неодинаково реагируют на воздействие переменное магнитное поле сверхнизкой частоты, что проявляется в особенностях изменений цитохимического статуса нейтрофилов.

3. Наиболее выраженные изменения наблюдаются у крыс со средней двигательной активностью.

ИЗМЕНЕНИЯ ИНФРАДИАННОЙ РИТМИКИ БАКТЕРИЦИДНЫХ СИСТЕМ НЕЙТРОФИЛОВ У КРЫС С ВЫСОКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ ПОД ВЛИЯНИЕМ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

4. В результате действия переменного магнитного поля сверхнизкой частоты изменения параметров инфрадианной ритмики функциональной активности нейтрофилов у животных со средней и высокой двигательной активностью становятся менее выраженными.

5. Синхронизирующее влияние переменное магнитное поле сверхнизкой частоты на инфрадианную ритмику животных с различными индивидуальными особенностями, вероятно, объясняется способностью данного фактора изменять функциональную активность эпифиза, являющегося одним из основных пейсмекеров в изучаемом диапазоне периодов.

Список литературы

1. Алякринский Б.С., Степанова С.И. По закону ритма. М.: Наука, 1985. – 175 с.
2. Ашофф Ю. Обзор биологических ритмов // Биологические ритмы. М.: Мир, 1984. – Т. 1. С.12
3. Питендрих К. Циркадианные системы: Общая перспектива // Биологические ритмы. М.: Мир, – 1984. – Т. 1. – С.22
4. Шабатура Н.Н., Ткачук В.Г., Федько В.А., Папиенко С.Б. Период инфрадианных ритмов интенсивности физиологических процессов в организме человека // Физиол. Журн. УССР. – 1987. – Т. 33, №2. – С. 10-16.
5. Темурьянц Н.А., Макеев В.Б., Мальгина В.И., Влияние слабых переменных магнитных полей крайне низких частот на инфрадианную ритмику симпато-адреналовой системы крыс // Биофизика. – 1992. – Т. 37, №4. – С. 653-655.
6. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А. Космос и биологические ритмы. – Симферополь. – 1995. – С. 60.
7. Милко В.А. Инфрадианная ритмика физиологических процессов у крыс с низкой двигательной активностью в открытом поле при действии слабого переменного магнитного поля сверхнизкой частоты. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Симферополь, – 2004. – 22 с.
8. Грабовская Е.Ю. Реакция крыс с различными индивидуальными особенностями двигательной активности на действие слабого ПемП СНЧ: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: – Симферополь, 1992. – 23 с.
9. Темурьянц Н.А. Влияние слабых электромагнитных полей сверхнизкой частоты на морфологию и некоторые показатели метаболизма лейкоцитов периферической крови: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Симферополь, – 1972. – 20с.
10. Бахов Н.И., Александрова Л.З., Титов В.Н. Роль нейтрофилов в регуляции метаболизма тканей // Лабораторное дело. – 1988, № 6. – С.3-12.
11. Маянский А.Г., Маянский Д.Н., Очерки о нейтрофиле и макрофаге. – Новосибирск: Наука, 1983. – 256 с.
12. Hall C.S. Emotional behavior in the rat. Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality // J. Comp. Physiol. – 1934. – V. 18. – P.38-58.
13. Лили Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия. – М.: Мир, 1969. – 645 с.
14. Шубич М.Г. Выявление катионного белка в цитоплазме лейкоцитов с помощью бромфенолового синего // Цитология. – 1974. – Т.16, № 10. – С. 1321-1322.
15. 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.
16. Темурьянц Н.А., Чуян Е.Н., Шехоткин А.В. Инфрадианная ритмика функционального состояния нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс с различными конституциональными особенностями // Биофизика. – 1995. – Т.40, № 5. – С. 1121-1125.
17. Reiter R.J. Melatonin aspects of exposure to low frequency electric and magnetic fields // Advances in electromagnetic fields in living systems. – 1997. – V. 2. – P. 1-27.

Поступила в редакцию 22.09.2005 г.