

УДК 612+591.1: 615.849.11

РЕАКЦИИ ЖИВОТНЫХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НА ДЕЙСТВИЕ ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ИНФРАНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Грабовская Е.Ю., Малыгина В.И., Архангельская Е.В.

Возрастание региональной и глобальной антропогенной нагрузки на биосферу приводит в последнее время к ухудшению качества жизни, нарастанию экологического кризиса, снижению резервных возможностей организма и, следовательно, ухудшению здоровья человека. Установлено, что при действии стресс-факторов различной природы у человека и животных с неодинаковыми конституционными особенностями развиваются неоднозначные по интенсивности и направленности изменения в деятельности центральной нервной системы (ЦНС), систем нейрогуморальной регуляции, внутренних органов [1]. В последние годы к существенным экологическим факторам, обладающим высокой биологической активностью и способным влиять на неспецифическую резистентность организма, относят переменные магнитные поля инфранизкой частоты (ПеМП ИНЧ) [2-4].

В связи с этим не вызывает сомнений актуальность изучения индивидуальной чувствительности, и, следовательно, реактивности организма к действию различных агентов, и ПеМП ИНЧ, в частности.

Нами были проведены исследования, позволившие выявить индивидуальные различия между животными, а также особенности развития адаптационных процессов при действии ПеМП частотой 8 Гц индукцией 5 мкТл по изменению поведенческой адаптации в условиях «открытого поля» (ОП), по цитохимическому статусу нейтрофилов и лимфоцитов, а также по функциональному состоянию симпатoadреналовой системы (САС).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть работы выполнялась на беспородных крысах-самцах. Для формирования групп животных с различным уровнем двигательной активности была применена методика ОП. На основе этой методики были выделены животные с низким (НДА), средним (СДА) и высоким (ВДА) уровнем двигательной активности. Как показали цитохимические исследования, у животных выделенных групп отмечались различия в уровне сукцинатдегидрогеназы (СДГ) в лимфоцитах: у крыс с НДА, равной $7,2 \pm 1,5$ ед., уровень СДГ составил $27,8 \pm 0,7$ грн./лим.; у крыс со СДА, равной $31,9 \pm 0,9$ ед., уровень СДГ составил $21,5 \pm 0,3$ грн./лим.; у крыс с ВДА, равной $45,6 \pm 1,5$ ед., уровень СДГ составил $17,8 \pm 0,6$ грн./лим. ($p \leq 0,01$).

Во всех дальнейших экспериментах каждую из трех описанных групп животных разбивали на две подгруппы. Крысы одной подгруппы служили биологическим контролем и находились в обычных условиях вивария. Вторую подгруппу составили крысы, систематически подвергавшиеся воздействию ПеМП частотой 8 Гц индукцией 5 мкТл по 3 часа ежедневно в течение 9-ти дней.

У всех животных оценивали состояние защитно-приспособительных процессов системы крови до воздействия, а также на 1-е, 3-ьи, 5-е и 9-е сутки воздействия ПеМП по цитохимическому статусу нейтрофилов и лимфоцитов периферической крови. Цитохимический показатель содержания (ЦПС) пероксидазы (ПО) определяли с помощью реакции Грэхема, ЦПС кислой фосфатазы (КФ) – методом азосочетания. Количественную оценку этих показателей осуществляли в соответствии с принципом Karlow. Содержание сукцинатдегидрогеназы (СДГ) оценивали количественным цитохимическим методом по Нарциссову Р.П. [5].

О функциональном состоянии САС судили по уровню экскреции адреналина (А) и норадреналина (НА) с мочой, который определялся флюориметрическим методом по В.О. Осинской в модификации А.М. Бару [6]. Для количественного измерения использовали флюориметрическую приставку к спектрофотометру «Спекол-10» (Carl Zeiss, Jena).

Поведенческая адаптация животных к воздействию ПеМП ИНЧ исследовалась в условиях ОП [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования было установлено, что преобладающими в популяции являются крысы со СДА в ОП, на их долю приходится более 30 %. Поэтому можно считать, что типичная реакция на воздействие ПеМП развивается у животных этой группы.

Воздействие ПеМП на крыс со СДА в ОП приводит к двухфазным изменениям защитно-приспособительных процессов системы крови: на 1-3-ьи сутки воздействия произошло снижение ЦПС ПО и КФ в нейтрофилах на 4 %, а уровня СДГ в нейтрофилах на 14 % ($p \leq 0,05$) (рис. 1). Такое снижение уровня данных ферментов указывает на незначительное снижение уровня защитно-приспособительных процессов системы крови в целом. Изменение защитно-приспособительных функций крови на 1-3-ьи сутки эксперимента сопровождалось возрастанием активности САС: максимум экскреции как А, так и НА приходился на 1-3-ьи сутки эксперимента и достигал $132,3 \pm 7,5$ % ($p \leq 0,01$) и $134,4 \pm 7,1$ % ($p \leq 0,01$) соответственно относительно контрольного уровня. О преобладании экскреции А после первого воздействия свидетельствует снижение коэффициента НА/А на 12 % относительно контрольного уровня.

Исследование поведения крыс со СДА в ОП также выявило определенные изменения. Горизонтальная и вертикальная двигательная активность (ДА) животных в ОП возросла на 29,8 % и 123,0 % соответственно ($p \leq 0,01$) относительно контрольного уровня, что также свидетельствует о снижении адаптационных возможностей крыс.

К 7-9-му дню воздействия ПеМП показатели ЦПС ПО и КФ в нейтрофилах повышаются до исходного уровня, а уровень СДГ превышает исходный на 8 % ($p \leq 0,05$) (рис. 1). Оценка эффективности адаптации по морфологическому составу крови показала, что в условиях систематического воздействия ПеМП указанных

РЕАКЦИИ ЖИВОТНЫХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НА ДЕЙСТВИЕ ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ИНФРАНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

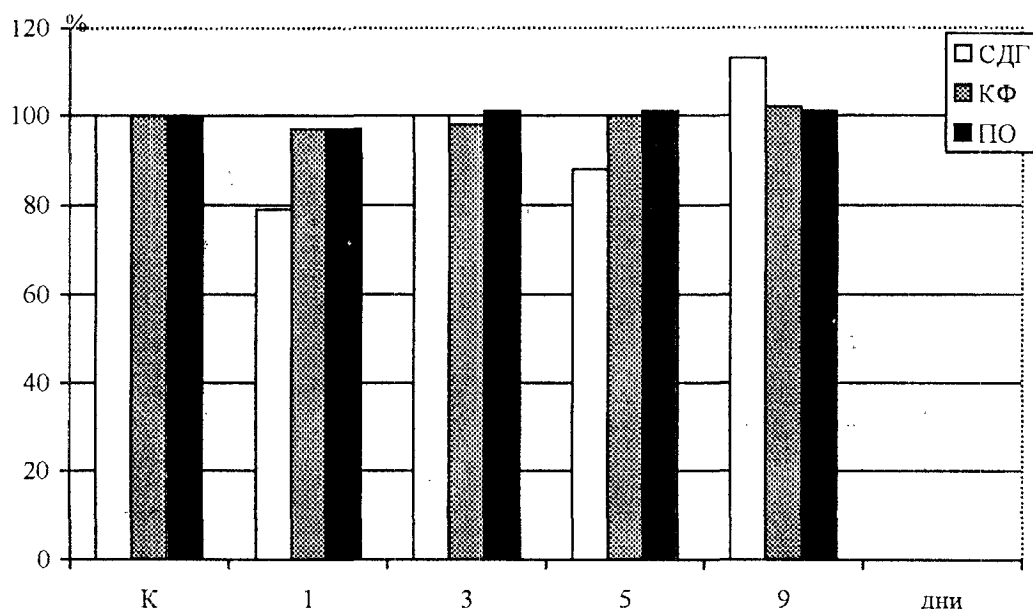


Рис. 1. Изменение активности ЦПС ПО, ЦПС КФ, СДГ в нейтрофилах крови крыс с СДА при действии ПеМП ИНЧ (% относительно контрольного уровня – К).

параметров у животных со средней двигательной активностью развивалась адаптационная реакция активации, описанная Л.Х. Гаркави с соавт. [8], которую выявляли к 6 дню наблюдения по относительному увеличению числа эозинофилов, снижению коэффициента лимф./нс. на 49 % и 16,5 % ($p \leq 0,01$) соответственно.

Состояние САС стабилизировалось на новом уровне, а именно: экскреция А уменьшалась на 3 %, НА – на 32 % ($p \leq 0,05$) по сравнению с контрольным уровнем. Такое явление отражает увеличение потенциальной мощности САС. Горизонтальная и вертикальная ДА в ОП уменьшается на 80 % и 50 % ($p \leq 0,05$) соответственно. Это говорит об усилении процессов торможения в ЦНС и развитии поведенческой адаптации к действию ПеМП ИНЧ, предохраняющей организм от неблагоприятных последствий первого периода адаптации, когда еще не сформировалась программа гомеостатического регулирования.

У крыс с ВДА в ОП первоначальная реакция на действие ПеМП отличалась от типичной, но развивалась гораздо позже – после 5-ти воздействий. ЦПС ПО и КФ в нейтрофилах снизился на 4 % и 7 % ($p \leq 0,05$) соответственно, уровень СДГ снизился на 27 % ($p \leq 0,001$) (рис. 2). У животных этой группы пик выделения А и НА приходится на 5-е сутки эксперимента, когда отмечено возрастание экскреции А на 30 % ($p \leq 0,001$), а НА – на 58 % ($p \leq 0,001$) относительно контрольного уровня. Изучение поведенческой адаптации показало, что у крыс с ВДА в ОП реакция на действие ПеМП развивается на 2-3 дня позже, чем у животных со СДА. У животных этой группы вертикальная и горизонтальная ДА возросли на 30 % и 32 % ($p \leq 0,05$) соответственно. К 9-ым суткам эксперимента отмечено снижение этих показателей.

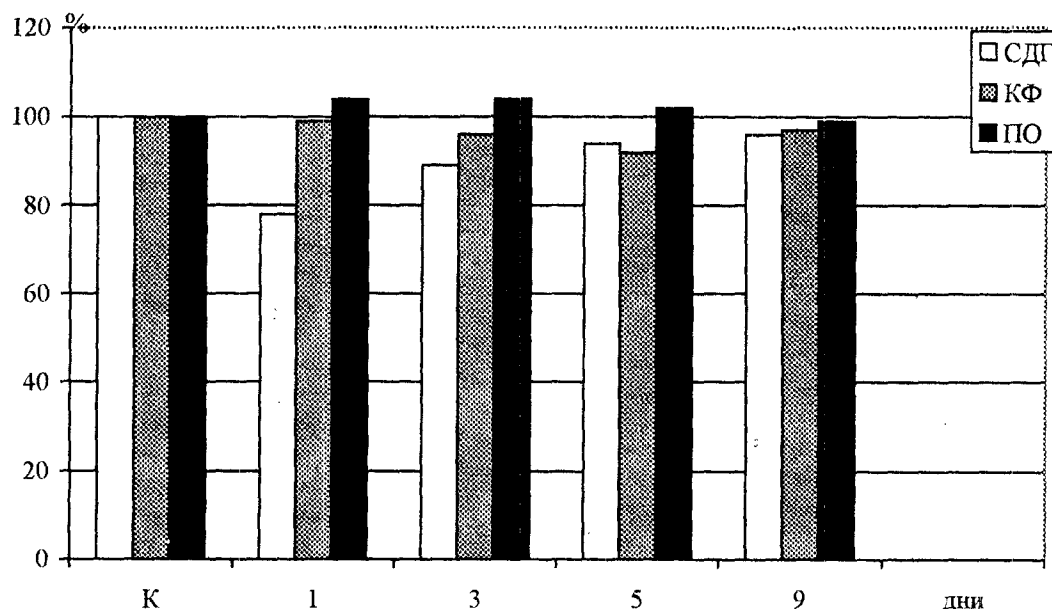


Рис. 2. Изменение активности ЦПС ПО, ЦПС КФ, СДГ в нейтрофилах крови крыс с ВДА при действии ПеМП ИНЧ (% относительно контрольного уровня – К).

Сравнивая результаты исследования динамики адаптационных процессов у крыс со СДА и ВДА, мы установили одинаковую направленность и выраженность изменений, однако у животных с ВДА первоначальная реакция и адаптация к действию ПеМП развивается значительно позднее.

У крыс с НДА в ОП адаптационные процессы протекают по-иному: уже однократное воздействие ПеМП ИНЧ на животных этой группы приводит к дезорганизации поведения, повышению уровня горизонтальной и вертикальной ДА на 61 % и 12 % ($p \leq 0,05$) соответственно. После 3-х воздействий горизонтальная ДА остается повышенной на 45 %, а вертикальная ДА – на 140 % ($p \leq 0,001$) по сравнению с первым днем. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что у крыс с НДА в ОП ПеМП ИНЧ вызывает развитие эмоциональной реакции тревожности.

Поведенческая реакция на действие ПеМП обуславливается изменением медиаторных систем, и в первую очередь, норадренергической. Предполагается, что именно с активацией норадренергических структур связано превышение возбудимости ЦНС [9].

В проведенных исследованиях у животных данной группы обнаружено резкое увеличение экскреции с мочой как А, так и НА уже после 1-го воздействия ПеМП. После 3-го «облучения» уровень выделения с мочой А возрастает до $193,8 \pm 7,8$ % ($p \leq 0,001$), а НА – до $255,0 \pm 3,0$ % ($p \leq 0,001$) относительно контрольного уровня, причем преимущественно активировалось медиаторное звено этой системы. Об

РЕАКЦИИ ЖИВОТНЫХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НА ДЕЙСТВИЕ ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ИНФРАНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

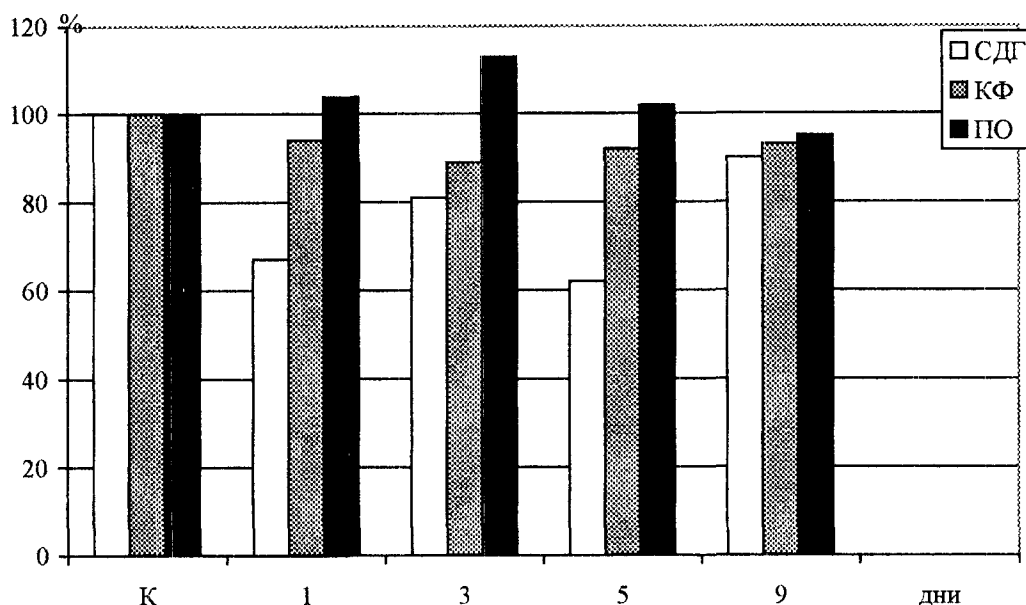


Рис. 3. Изменение активности ЦПС ПО, ЦПС КФ, СДГ в нейтрофилах крови крыс с НДА при действии ПеМП ИНЧ (% относительно контрольного уровня-К).

этом свидетельствует более выраженный рост экскреции НА, что выражается, в частности, и в возрастании коэффициента НА/А.

Снижение ЦПС КФ на 12 % ($p \leq 0,05$), повышение ЦПС ПО на 10 % ($p \leq 0,05$), снижение активности СДГ в нейтрофилах на 25 % ($p \leq 0,01$) (рис. 3) после 1-3-ех воздействий ПеМП свидетельствует об угнетении естественных защитных сил и функциональных возможностей клетки [1, 8].

В последующие сроки наблюдения уровень исследуемых показателей повышается, но ни один из них не достигает контрольного уровня: ЦПС ПО нейтрофилов снижен на 5 %, ЦПС КФ – на 7 %, уровень СДГ повышен на 4,6 %. Это свидетельствует о том, что после 9-ти воздействий ПеМП у крыс с НДА адаптация не развивается.

При проведении регрессионного анализа между уровнем горизонтальной двигательной активности в ОП и уровнем СДГ в лимфоцитах крови была выявлена высокая корреляционная связь ($r = -0,96$).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что крысы с различным уровнем ДА неоднозначно реагируют на действие ПеМП ИНЧ. Наиболее выраженные изменения развиваются у животных с НДА. Результаты проведенного исследования согласуются с данными литературы о том, что один и тот же фактор у различных животных может вызвать разнообразные ответные реакции [1, 2, 10].

Выявленные закономерности могут быть использованы для изучения реакции на действие ПеМП у человека, а также для прогнозирования реабилитационного эффекта при применении физиотерапевтических воздействий.

ВЫВОДЫ

1. Крысы с различным уровнем двигательной активности в открытом поле неодинаково реагируют на действие переменного магнитного поля инфранизкой частоты, причем у крыс с низким уровнем двигательной активности изменения наиболее выражены.

2. Изменение цитохимического статуса нейтрофилов крыс при действии переменного магнитного поля инфранизкой частоты, заключающееся в снижении цитохимического показателя содержания пероксидазы и кислой фосфатазы, средней активности сукцинатдегидрогеназы с последующим восстановлением, регистрируется у животных с высоким уровнем двигательной активности на три - пять дней позже, чем у крыс со средним уровнем двигательной активности.

3. У крыс с низким уровнем двигательной активности адаптация к действию переменного магнитного поля сопровождается возрастанием возбудимости центральной нервной системы, а у крыс с высоким уровнем двигательной активности и со средним уровнем двигательной активности – снижением возбудимости центральной нервной системы, более выраженном у животных со средним уровнем двигательной активности.

Список литературы

1. Саитана Вега Л. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипоксического стресса у крыс: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Симферополь. – 1991. – 21 с.
2. Темурьянц Н.А. Нервные и гуморальные механизмы адаптации к действию неионизирующих излучений: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. уровня – М. – 1993. – 43 с.
3. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А., Макеев В.Б., Самохвалов В.П. – Космос и биологические ритмы. – Симферополь. – 1995. – 206 с.
4. Евстафьева Е.В. Изменение показателей липидного обмена и системы крови у крыс при адаптации к гипокинезии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л. – 1985. – 24 с.
5. Нарциссов Р.П., Степанова Е.И. Проблемы прогнозирования здоровья детей. – М. – 1987. – 62 с.
6. Бару А.М. Значение норадреналина головного мозга в возникновении гормонально-медиаторной диссоциации как формы изменения симпатико-адреналовой активности // Физиология и биохимия биогенных аминов. – М.: Наука, 1962. – С. 64-70.
7. Маркель А.Л. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте открытого поля // Журн. высшей нервной деятельности. – 1981. – 31, №2. – С. 301-307.
8. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. – Ростов-на-Дону: изд-во Ростовского ун-та, 1990. – 223 с.
9. Темурьянц Н.А., Грабовская Е.В., Малыгина В.И., Сиренко М.Д. Состояние адreno-медуллярной системы крыс при действии слабых переменных магнитных полей // Тез. докл. 4 Всесоюз. конф. Эндокринная система организма и вредные факторы окружающей среды. – Л.-д. – 1991. – С. 226.
10. Судаков К.В., Юматов Б.А., Ульяновский Л.С. Системные механизмы эмоционального стресса // Механизмы развития стресса. – Кишинев: Штиинца, 1987. – С. 52-79.

Поступила в редакцию 22.09.2005 г.