

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ИНЧ НА СИМПАТО-АДРЕНАЛОВУЮ СИСТЕМУ КРЫС В УСЛОВИЯХ ГИПОКИНЕЗИИ

*Малыгина В. И., кандидат биологических наук, преподаватель
Грабовская Е. Ю., кандидат биологических наук, доцент
Темурьянц Н. А., доктор биологических наук, профессор
Ефименко А. М., доктор медицинских наук, профессор
Гружеевская В. Ф., кандидат биологических наук, доцент
Мельниченко Е. В., кандидат биологических наук, доцент
Ширяев В. В., кандидат медицинских наук, доцент*

Известно, что необходимым условием нормальной жизнедеятельности организма является двигательная активность, определенный уровень которой был выработан в ходе эволюции. Однако, в связи с развитием научно-технического прогресса все более возрастает диспропорция между умственной и физической деятельностью [1, 128]. Установлено, что длительная гипокинезия вызывает комплекс структурно-функциональных нарушений практически во всех органах и системах [2, 94-95]. Показано, что пусковым механизмом для развития неспецифических реакций служит реакция симпато-адреналовой системы (САС). В последние годы получены многочисленные данные о биологической активности ПеМП инфранизкой частоты (ИНЧ) [3, 29; 4, 31-32; 5, 19]. Обнаружена способность ПеМП указанных параметров изменить временную организацию биосистем [6, 89-93]. Установлено влияние данного физического агента на ход адаптационных реакций [7, 17], имеющих место при ограничении подвижности и общее неспецифическое воздействие на организм [8, 20].

Целью настоящего исследования явилось изучение функционального состояния симпато-адреналовой системы при адаптации к ограничению подвижности и выявления возможности коррекции расстройств ее деятельности посредством примененной ПеМП ИНЧ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть работы проведена на 560 беспородных белых крысах массой 220-250 граммов. Для каждого эксперимента отбирали животных одинакового возраста и веса после тестирования их в "открытом поле" (ОП). Дальнейший эксперимент проводился с крысами средней двигательной активности, низкой эмоциональности [9, 301-307]. Всех крыс распределяли в повторных опытах на четыре равноценные группы по 8-10 особей в каждой. Животные первой группы находились в обычных условиях вивария (биологический контроль). Ко второй группе относились животные, которых содержали в условиях вивария и систематически подвергали воздействию ПеМП частотой 8 Гц индукцией 5.1 мкТ. Третью группу составляли крысы, находившиеся в виварии в условиях гипокинезии различной продолжительности. Крысы четвертой группы содержались в условиях гипокинезии и подвергались экспозиций в ПеМП одновременно с крысами второй группы (комбинированное воздействие). Экспозицию в ПеМП животных третьей и четвертой групп осуществляли ежедневно в течение трех часов, исследование функционального состояния крови и тканей производили двукратно на 2, 5, 9, 15, 20, 30, 45-е сутки ограничения подвижности. Экскреция катехоламинов с мочой исследовалась ежедневно в течение 30 суток. Определение

концентрации катехоламинов в плазме крови, тканях и моче крыс осуществлялось флюориметрическим методом по В. О. Осинской [10, 57] в модификации А. М. Бару [11, 65]. Для количественного измерения использовали флюориметрическую приставку к спектрофотометру "Спекол-10".

Цитохимическое определение катехоламинов (ЦПС) в эритроцитах крови крыс осуществляли по методу А. И. Мардарь и Д. Б. Кладиенко [12, 588]. Обработку и анализ экспериментальных данных проводили с помощью параметрических и непараметрических методов на ЭВМ Б-3-21 по стандартным программам [13, 53]. Для оценки достоверности использовали t-критерий Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования особенностей адаптации к умеренной гипокинезии выявлены определенные изменения показателей активности САС, которые носили фазный характер и зависели от сроков ограничения подвижности. Наиболее характерные изменения наблюдались в течение первых пяти суток. Так, на 5-е сутки ограничения двигательной активности уровень НА гипоталамуса снижался, достигая $61.8 \pm 7.19\%$ ($p < 0.01$) относительно уровня контрольных животных. Увеличение концентрации НА в миокарде на 2-е сутки ограничения подвижности до $124.3 \pm 11.4\%$ также свидетельствует об усилении активности медиаторного звена САС. Следствием усиленного выделения ил из гипоталамуса, других структур мозга и периферических отделов симпатической нервной системы является увеличение его концентрации в плазме крови на 2-5-е сутки ограничения подвижности на 70-60% ($p < 0.01$) соответственно. По-видимому, действуя на чувствительные к катехоламинам элементы ретикулярной формации, НА приводит в состояние повышенной активности норадренергические элементы головного мозга и тем самым усиливает деятельность всей САС [14, 115-117]. Следствием этого является повышение содержания А в надпочечниках, концентрация которого возрастает на 5 день эксперимента до $137.1 \pm 15.7\%$ ($p < 0.05$). Это свидетельствует об усилении синтетических процессов в хромоаффинных клетках [15, 738-743]. Одновременно в этот период наблюдается возрастание ЦПС катехоламинов в эритроцитах, достигающее максимума (136% относительно контрольного уровня, $p < 0.001$) на 9-е сутки воздействия. Экскреция катехоламинов с мочой на 8-10-е сутки ограничения подвижности достигала максимума ($219.2 \pm 9.1\%$ для А и $162.2 \pm 24.4\%$ для НА, $p < 0.001$), что также свидетельствует о повышении активности САС в первые две недели гипокинезии (первая фаза). В течение последующих 3-5 недель гипокинезии (вторая фаза) состояние САС стабилизируется, хотя и остается на несколько повышенном уровне. Таким образом, в наших исследованиях обнаружено, что реакция САС на ограничение двигательной активности носит фазный характер. Причем, обострение стрессовой реакции имело место на 2-й и на 7-й неделе обездвиживания [7, 18; 5, 20].

При анализе результатов исследования состояния САС у животных, подвергнутых действию слабых ПемП частотой 8 Гц выяснены определенные закономерности. Так, на второй день воздействия ПемП отмечено повышение уровня НА в гипоталамусе, где содержание медиатора составило $138.9 \pm 10.4\%$ относительно концентрации НА у контрольных животных ($p < 0.05$). Эти изменения сопровождалось накоплением медиатора в плазме крови, особенно в миокарде – $144.18 \pm 11.8\%$ ($p < 0.02$). В последующие 5-30 суток наблюдения в исследованных органах возни-

кала тенденция к повышению концентрации медиатора. Так, на 9-е сутки наблюдения уровень НА повышался на 8-13% ($p < 0.05$), в надпочечниках на 15-45% ($p < 0.05$). Это сопровождалось увеличением веса желез на 4-11% относительно веса надпочечников у животных контрольной группы. Это может быть связано с интенсификацией синтеза катехоламинов в железе [4, 34]. Воздействие ПеМП ИНЧ на интактных крыс приводит к усилению корреляционной связи между содержанием НА, и особенно А с ЦПС катехоламинов в эритроцитах. Таким образом, данный физический агент способствует поступлению катехоламинов в эритроциты. При воздействии ПеМП ИНЧ на животных с ограниченной подвижностью также выявлены изменения показателей функционального состояния САС. Эти изменения были наиболее ярко выражены на 2 день комбинированного воздействия ПеМП и гипокинезии. В этот срок наблюдения уровень НА в плазме крови вырос до $117.14 \pm 20.4\%$ относительно данных, полученных у контрольной группы животных ($p < 0.05$), и это на 55.7% ниже ($p < 0.001$), чем у животных с ограниченной подвижностью, не испытавших действие ПеМП. Этот процесс особенно отчетливо был выражен в миокарде, где концентрация НА возрастала до $158.8 \pm 23.5\%$ относительно контрольной группы животных ($p < 0.05$), что значительно выше аналогичных изменений в условиях изолированного воздействия гипокинезии и ПеМП. Значительное возрастание коэффициента регрессий для ЦПС катехоламинов в эритроцитах и содержанием адреналина в плазме крови при воздействии ПеМП ИНЧ на гипокинезированных животных, позволяет предположить, что ПеМП приводит к увеличению накопления адреналина в эритроцитах, исключая гормон из циркуляции и этим самым лимитируя развитие стресс-реакции на ограничение подвижности.

Таким образом, ПеМП частотой 8 Гц индукцией 5.1 мкТ у животных с ограниченной подвижностью, начиная с 5 суток воздействия, нормализовало состояние САС. Восстановлению ее исходного уровня способствовало усиление экскреции катехоламинов в первые 3 суток ограничения подвижности, когда экскреция А возрастала даже больше, чем только при гипокинезии ($p < 0.01$).

ВЫВОДЫ

1. Таким образом, ограничение двигательной активности крыс сопровождается активацией симпато-адреналовой системы. Наиболее характерные изменения функционального состояния симпато-адреналовой системы при гипокинезии умеренной жесткости развивается в течение первых пяти суток и заключаются в снижении содержания катехоламинов в гипоталамусе, возрастании уровня адреналина в надпочечниках и норадреналина в плазме крови, а также в увеличении экскреции катехоламинов с мочой. В последующие сутки в процессе развития адаптации к ограничению подвижности функциональная активность симпато-адреналовой системы стабилизируется на уровне, несколько превышающем контрольный.

2. При адаптации к действию ПеМП частотой 8 Гц и индукцией 5.1 мкТ увеличивается потенциальная мощность симпато-адреналовой системы, что выражается в увеличении запасов катехоламинов в гипоталамусе и надпочечниках при возрастании массы последних, а также в увеличении способности эритроцитов депонировать катехоламины.

3. Ежедневное трехчасовое воздействие ПеМП указанных параметров на крыс, находящиеся в условиях гипокинезии, ограничивает активацию симпато-адреналовой системы. Корректирующее действие ПеМП ИНЧ на состояние симпато-

адреналовой системы крыс с ограниченной подвижностью связано с изменением функциональной активности гипоталамуса, усилением экскреции адреналина с мочой, а также с возрастанием способности эритроцитов поглощать адреналин из плазмы крови.

4. Полученные данные могут служить обоснованием для применения ПеМП ИНЧ в терапевтических целях, как фактора, повышающего адаптационные возможности организма.

Литература

1. Коваленко Е. А., Гуровский Н. Н. Гипокинезия. – М.: Медицина, 1980. – 237 с.
2. Тигранян Ф. А. Метаболические аспекты проблемы стресса в космическом полете: Проблемы космической биологии. – М.: Наука, 1985. – 52. – 224 с.
3. Темуриянц Н. А. Нервные и гуморальные механизмы адаптации к действию неионизирующих излучений // Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Симферополь. – 1972. – 47 с.
4. Темуриянц Н. А. Нервные и гуморальные механизмы адаптации к действию неионизирующих излучений. // Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М. – 1993. – 43 с.
5. Михайлов А. З. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Симферополь, 1986. – 24 с.
6. Владимирский Б. М., Сидякин В. Г., Темуриянц Н. А., Макеев В. Б., Самохвалов В. П. – Космос и биологические ритмы. – Симферополь, 1995. – 206 с.
7. Евстафьева Е. Р. Изменение показателей липидного обмена и системы крови у крыс при адаптации к гипокинезии // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Л., 1985. – 24 с.
8. Грабовская Е. Р. Реакции крыс с различными индивидуальными особенностями двигательной активности на действие слабого ПеМП СНЧ: автореф. - дис. канд. биол. наук. – Симферополь. – 1992. – 24 с.
9. Маркель А. Л. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте открытого поля // Журн. высш. нервн. деятельности. – 1981. – 31, №2. – С. 301-307.
10. Осинская В. О. Данные об окислении, адреналина, норадреналина адреналона и норадреналона во флуоресцирующие соединения // Биохимия. – 1953. – 18, вып. I. – С. 56-62.
11. 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.
12. Мардарь А. И., Кладиенко Д. П. Цитохимический способ выявления катехоламинов в эритроцитах // Лабор. дело. – 1986. – №10. – С. 586-590.
13. Францевич Л. И. Обработка результатов биологических экспериментов на микро-ЭВМ "Электроника-БЗ-21". – Киев: Наукова думка, 1979. – 91 с.
14. Вернсток Дж., Коста М. Адренэргические нейроны. Их организация, функция и развитие в периферической нервной системе. – Мн.: Наука и техника, 1979. – 228 с.
15. Kvetnansky R., Mikulaj L. Adrenal and urinary catecholamines in rats during adaptation to repeated immobilization stress // Endocrinology. – 1970. – 87. – n. 4. – p. 738-743.