

УДК 577.3

ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СОСТОЯНИЕ КОСТНОЙ ТКАНИ КРЫС С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ РЕЗОРБЦИИ

Подковкин В.Г., Иванов Д.Г., Иванов Г.А.

Самарский государственный университет, Самара

Подробная информация об авторах размещена на сайте

«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

Исследовано влияние постоянного магнитного поля на морфо-функциональное состояние костной ткани крыс в условиях повышенной резорбции. Показано, что воздействие на животных постоянным магнитным полем 9 мТл предотвращает деградацию коллагена и потерю костной массы у крыс, подвергавшихся действию высокой температуры, и не влияет на состояние костной ткани интактных животных.

Введение

В условиях современного производства и при эксплуатации технических аппаратов человек сталкивается с действием повышенных температур и магнитных полей различной напряженности. В этих условиях возрастает напряжение систем, обеспечивающих адаптацию организма к внешним факторам [2, 12]. Особую опасность для человека представляет действие экстремальных факторов, результатом которого может быть развитие различного рода патологий. Это обуславливает необходимость исследования эффекта указанных факторов на живые организмы с целью исследования и прогнозирования последствий их действия.

С другой стороны магнитные поля способны стимулировать репаративные процессы костной ткани [8,14]. В работе [15] показана возможность предотвращения потери костной массы у овариоэктомированных крыс путем экспозиции животных в магнитном поле.

В наших исследованиях было обнаружено, что эффект магнитного поля на активацию процессов костной резорбции у крыс, подвергающихся действию повышенной температуры среды, зависит от индукции поля и периода между действием на животных термического и магнитного факторов [3,4].

В настоящей работе мы поставили цель оценить защитное действие постоянного магнитного поля на морфо-

функциональное состояние костной ткани крыс с повышенным уровнем костной резорбции.

Материалы и методы

Эксперимент был проведен на 32 беспородных крысах-самцах массой 120-180 грамм. Все манипуляции с животными проводились по международным правилам и нормам [13].

Согласно экспериментальным условиям животные были разделены на четыре группы. Группы животных формировались методом аналогов [9].

Первую группу составляли животные с повышенным уровнем костной резорбции. Активацию процессов резорбции костной ткани вызывали при помощи гипертермии, по методике, описанной ранее [5]. Крысы помещались на 10 минут в камеру с температурой воздуха 70⁰С ежедневно в течение 7 суток.

Ко второй группе были отнесены животные с повышенным уровнем костной резорбции, на которых воздействовали постоянным магнитным полем с индукцией 9 мТл. Воздействие магнитным полем производили на оригинальной установке УМ-7 через 30 минут после термического воздействия. Градиент индукции по продольной оси соленоида составляет 0,02±0,005 мТл/см. Одновременно в соленоид помещали 6-8 крыс. Продолжительность экспозиции в магнитном поле составляла 8 минут.

Животные третьей группы подвергались изолированному действию постоянного магнитного поля с индукцией 9 мТл по схеме описанной выше, но без активации костной резорбции с помощью гипертермии.

Группа, состоящая из интактных крыс, служила контролем.

Животных выводили из эксперимента путем декапитации. У животных вычленили бедренные кости, очищали их от мягких тканей и взвешивали. Массу бедренной кости представляли в процентах от массы тела животного.

Оценивали отношение массы кости к диаметру диафиза бедренной кости измеренному по середине. Такой показатель имел размерность г/мм.

Объем бедренной кости определяли по объему вытесненной жидкости. По результатам замеров рассчитывали плотность кости. Для каждого животного определяли среднее значение показателей бедренной кости, состоящее из значений полученных для правой и левой бедренной кости.

О метаболизме коллагена костной ткани судили по уровню свободного и

белковосвязанного оксипролина в плазме крыс. Плазму крови собирали у декапитированных животных, в качестве антикоагулянта использовали 5% раствор трилона Б. Свободный и белковосвязанный оксипролин определяли по реакции с *n*-диметиламинобензальдегидом [10].

Полученные результаты были подвергнуты стандартной статистической обработке с использованием *t*-критерия Стьюдента [9].

Результаты исследования

Проведенные исследования обнаружили усиление процессов деградации костного коллагена у крыс, подвергающихся действию термического фактора, что выразилось в значимом увеличении содержания свободного оксипролина в крови этих животных (табл. 1).

Воздействие магнитного поля 9 мТл на животных, через 30 минут после действия термического фактора предотвращало распад коллагена, индуцированный действием повышенной температуры. Изолированное действие магнитного поля не изменяло уровня обмена костного коллагена.

Таблица 1. Содержание свободного и белковосвязанного оксипролина в крови крыс под действием повышенной температуры и постоянного магнитного поля

| Способ воздействия | Содержание свободного оксипролина, мкг/мл | Содержание белковосвязанного оксипролина, мкг/мл |
|-------------------------------|---|--|
| Контроль | 3,00±0,57# | 90,12±12,83# |
| 70 °С, 10 мин. | 5,73±0,83* | 149,11±16,66* |
| 70 °С, 10 мин.; 9 мТл, 8 мин. | 1,67±0,38# | 56,26±13,65# |
| 9 мТл, 8 мин. | 2,69±0,24# | 56,82±11,24# |

* - отличие от контроля статистически значимо ($p < 0.05$),

- отличие от результатов группы крыс, подвергавшихся термическому воздействию, статистически значимо ($p < 0.05$).

Необходимо отметить, что наряду с усилением распада коллагена, действие термического фактора активировало процессы синтеза костного матрикса у крыс, что обнаруживалось в виде повышения белковосвязанного оксипролина в крови животных. Этот эффект термического фактора не обнаруживался, в случае, когда на животных действовало постоянное магнитное поле.

Изменение интенсивности обмена коллагена сопровождалось изменением биометрических характеристик бедренной кости животных. Как видно из данных, представленных в таблице 2, под действием термического фактора происходило снижение относительной массы кости крыс и уменьшение ее плотности.

Таблица 2. Биометрические характеристики бедренной кости крыс под действием повышенной температуры и постоянного магнитного поля

| Способ воздействия | Относительная масса бедренной кости, % | Отношение массы бедренной кости к диаметру диафиза, г/мм | Плотность кости, г/см ³ |
|----------------------------------|--|--|------------------------------------|
| Контроль | 0,33±0,03# | 0,21±0,01# | 1,40±0,02# |
| 70 °С, 10 мин. | 0,25±0,01* | 0,16±0,01* | 1,29±0,04* |
| 70 °С, 10 мин.; 9 мТл, 8 мин. | 0,32±0,01# | 0,20±0,01# | 1,38±0,07 |
| 9 мТл, 8 мин. | 0,37±0,02# | 0,22±0,02# | 1,33±0,05 |

* - отличие от контроля статистически значимо (p<0.05),

- отличие от результатов группы крыс, подвергавшихся термическому воздействию, статистически значимо (p<0.05).

Вместе с массой кости под действием повышенной температуры у крыс снижалось отношение массы к диаметру ее диафиза. Действие магнитного поля предотвращало изменение биометрических характеристик бедренной кости, вызванных влиянием термического фактора.

Действие магнитного поля на интактных крыс не изменяло биометрические характеристики бедренной кости.

Обсуждение

Деградация костного коллагена, сопровождающаяся повышением содержания свободного оксипролина в крови крыс, под действием термического фактора связана с напряжением адаптационных систем животных, и в частности активацией оси гипоталамус-гипофиз-кора надпочечников [5]. На морфологических препаратах подвздошной кости крысы наблюдается снижение количества остеобластов, повышение активности остеокластов и истончение костных балок в период от третьих до седьмых суток термического воздействия [6]. В результате этого снижается масса кости. Биометрические характеристики бедренной кости под действием термического фактора изменяются медленнее массы тела животного, поэтому отношение массы кости к ее линейным размерам или объему часто является более информативным по сравнению с относительной массой кости.

В работах [7,11] показано действие магнитного поля на гипоталамус с последующей активацией функции коры надпочечников. На основании этих данных можно полагать, что магнитные поля с низкой индукцией действуют на организм,

затрагивая гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему. При этом их действие вызывает неспецифическую реакцию, отличную от стрессовой, но имеющую адаптационное значение для организма [1]. Вероятно, воздействие магнитного поля на организм, согласно режиму, применяемому в данной работе, снижает возбудимость и реактивность центральной нервной системы, предотвращая активацию гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси при влиянии термического фактора и, как следствие, активацию процессов костной резорбции в результате повышения уровня глюкокортикоидов в крови. При этом изолированное действие магнитного фактора не оказывает влияние на состояние костной ткани у животных по предположенному механизму.

Заключение

Таким образом, в работе наблюдалось снижение активности процессов костной резорбции, индуцированных гипертермией у крыс в результате ежедневного восьмиминутного воздействия постоянным магнитным полем с индукцией 9 мТл. При этом изолированное действие магнитного поля не оказывало существенного влияния на морфо-функциональное состояние костной ткани крыс, что позволяет рекомендовать предложенный способ снижения костной резорбции для испытания в клинической практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Коробейникова Е.П. и др. // Электромагнитные поля в биосфере. Т.2: Биологическое

- действие электромагнитных полей. М.: Наука, 1984. С. 46.
2. Григорьев Ю.Г. Космическая радиобиология. М.: Энергоатомиздат, 1982. – 176 с.
 3. Иванов Д.Г. // Окружающая природная среда и экологическое образование и воспитание. Пенза, 2007. С.34.
 4. Иванов Д.Г., Подковкин В.Г. // Экологические проблемы современности. Пенза, 2007. С.21.
 5. Подковкин В.Г., Иванов Д.Г. // Вестник Самарского государственного университета. Естественнаучная серия, 2006. - №9. С.237.
 6. Подковкин В.Г., Иванов Д.Г. // Наука. Творчество: Коняевские чтения. Т.2. Самара, 2007. С.369.
 7. Подковкин В.Г., Слободянюк И.Л., Углова М.В. Влияние электромагнитных полей окружающей среды на системы гомеостаза Самара: Издательство «Самарский университет», 2000. – 108 с.
 8. Савельев В.И., Муравьев М.Ф. // Применение магнитных полей в клинике: Тез. докл. Куйбышевской обл. конф. Куйбышев, 1976. С. 151.
 9. Спетлиев Д. Статистические методы в научных медицинских исследованиях. М.: Медицина, 1968. – 419с.
 10. Современные методы в биохимии / Под ред. В.Н. Ореховича. М.: Медицина, 1977. - 392 с.
 11. Холодов, Ю.А. Мозг в электромагнитных полях. М.: Наука, 1982. – 120с.
 12. Чвырев, В.Г., Ажаев А.Н., Новожилов Г.Н. Тепловой стресс: руководство для врачей. М.: Медицина, 2000. – 296с.
 13. Guide for the care and use of laboratory animals. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. – 128 p.
 14. Botticelli A.R., Caielli D., Fraticelli D., et al. // *Electro- and Magnetobiology*, 1998. – V. 17. No. 1. P. 87.
 15. Taniguchi, N., Kanai S. // *eSAM*, 2007. – V. 4(1). P. 99.

THE EFFECT OF MAGNETIC FIELD ON THE BONE TISSUE STATUS IN RATS WITH HIGH LEVEL BONE RESORPTION

Podkovkin V.G., Ivanov D.G., Ivanov G.A.
Samara State University, Samara

Constant magnetic field effect on the bone tissue status in rats with high level bone resorption was investigated. The influence of constant magnetic field 9 mT was prevented collagens degradation and bone mass lose in rats witch was treated by high temperature. At the same time magnetic field was not effect on the bone tissue status of intact rats.