

УДК 611.7:612.57:616-092.9

В.А. Пастухова, Г.В. Мякоткина **ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ ПОД** **ВЛИЯНИЕМ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ** **В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, г. Киев; ГЗ «Луганский государственный медицинский университет», г. Луганск

Пастухова В.А., Мякоткина Г.В. Особенности строения длинных трубчатых костей под влиянием импульсных электромагнитных полей в эксперименте // Украинский медицинский альманах. – 2013. – Том 16, № 3. – С. 116-118.

В данной работе было установлено, что выраженность и направленность влияния импульсных электромагнитных излучений на морфогенез костной системы зависит от физических характеристик излучения, режимов и длительности облучения, а также от возраста организма.

Ключевые слова: большеберцовая кость, гистоструктура, импульсные электромагнитные поля.

Пастухова В.А., Мякоткина Г.В. Особливості будови довгих трубчастих кісток під впливом імпульсних електромагнітних полів у експерименті // Український медичний альманах. – 2013. – Том 16, № 3. – С. 116-118.

У даній роботі було встановлено, що вираженість і спрямованість впливу імпульсних електромагнітних випромінювань на морфогенез кісткової системи залежить від фізичних характеристик випромінювання, режимів і тривалості опромінення, а також від віку організму.

Ключові слова: великогомілкова кістка, гистоструктура, імпульсні електромагнітні поля.

Pastukhova V.A., Miakotkina G.V. Structural features of long tubular bones under the influence of pulse electromagnetic fields in the experiment // Український медичний альманах. – 2013. – Том 16, № 3. – С. 116-118.

In this work it was found that the magnitude and direction of impact of the pulsed electromagnetic radiation bone morphogenesis depend on the physical characteristics of the radiation, and duration of irradiation modes, as well as the age of the organism.

Key words: tibia, histological structure, pulsed electromagnetic field.

Степень биологического воздействия электромагнитных полей на организм человека зависит от частоты колебаний, напряженности и интенсивности поля, режима его генерации, длительности воздействия. Биологическое воздействие полей разных диапазонов неодинаково [1]. Чем короче длина волны, тем большей энергией она обладает. Высокочастотные излучения могут ионизировать атомы или молекулы в соматических клетках и таким образом нарушать идущие в них процессы. А электромагнитные колебания длинноволнового спектра хоть и не выбивают электроны из внешних оболочек атомов и молекул, но способны нагревать органику, приводят молекулы в тепловое движение [2]. Чем меньше тело, тем лучше оно воспринимает коротковолновое излучение, чем больше - тем лучше воспринимает длинноволновое. Особенно чувствительны к неблагоприятному воздействию электромагнетизма дети. Первичным проявлением действия электромагнитной энергии является нагрев, который может привести к изменениям и даже к повреждениям тканей и органов. Механизм поглощения энергии достаточно сложен. Наиболее чувствительными к действию электромагнитных полей являются центральная нервная система и нейроэндокринная система [3]. Влияние на иммунную систему выражается в снижении фагоцитарной активности нейтрофилов, нарушении белкового обмена, угне-

тении Т-лимфоцитов. Возможны также изменение частоты пульса, сосудистых реакций. Описаны изменения кроветворения, нарушения со стороны эндокринной системы, метаболических процессов, заболевания органов зрения. Поля сверхвысоких частот могут оказывать воздействие на глаза, приводящее к возникновению катаракты, а умеренные - к изменению сетчатки глаза по типу ангиопатии [4].

Аналогичное воздействие на организм человека оказывает электромагнитное поле промышленной частоты в электроустановках сверхвысокого напряжения. В условиях длительного профессионального облучения с периодическим превышением предельно допустимых уровней у части людей отмечали функциональные перемены в органах пищеварения, выражающиеся в изменении секреции и кислотности желудочного сока, а также в явлениях дискинезии кишечника. Также выявлены функциональные сдвиги со стороны эндокринной системы: повышение функциональной активности щитовидной железы, изменение характера сахарной кривой и т.д [5]. Предполагается, что нарушение регуляции физиологических функций организма обусловлено воздействием поля на различные отделы нервной системы. При этом повышение возбудимости центральной нервной системы происходит за счет рефлекторного действия поля, а тормозной эффект - за счет прямого воздейст-

вия поля на структуры головного и спинного мозга. Считается, что кора головного мозга, а также промежуточный мозг особенно чувствительны к воздействию поля. В последние годы появляются сообщения о возможности индукции ЭМИ злокачественных заболеваний. Исследователи США установили факт возникновения опухолей у детей при воздействии на них магнитных полей частоты 60 Гц и напряженностью 2-3 мГс в течение нескольких дней или даже часов [6]. Наблюдения показали, что при воздействии низкочастотных электромагнитных полей частотой 50 - 60 Гц ночью у большинства испытуемых повышался в крови уровень мелатонина - гормона эпифиза. Исследования показали, что при действии электромагнитных полей, как правило, происходила стимуляция гипофизарно-адреналиновой системы, что сопровождалось увеличением содержания адреналина в крови. Нарушения половой функции обычно связаны с изменением ее регуляции со стороны нервной и нейроэндокринной систем. С этим связаны результаты работы по изучению состояния гонадотропной активности гипофиза при воздействии ЭМП. Многократное облучение ЭМП вызывает понижение активности гипофиза [7]. Несмотря на широкое изучение воздействия электромагнитных полей на организм человека, в литературе недостаточно внимания уделяется влиянию ЭМП на костную систему.

Цель данного исследования - изучить основные закономерности роста и развития костей скелета подопытных животных на различных этапах онтогенеза под влиянием объемно-комбинационных импульсных электромагнитных полей, а также возможностям их коррекции.

Материал и методы исследования. При проведении исследования были соблюдены все критерии, правила и технологические стандарты по работе с животными [8]. Эксперимент был проведен на 126 беспородных белых крысах двух возрастных групп: неполовозрелых и старых с исходной массой 70-75 г и 300-320 г соответственно. Животных облучали импульсным электромагнитным полем с солитоноподобным формированием импульсов, которые генерировались прибором «БИЭСТИМ-1м» с двумя магнитными индукторами площадью магнитного потока 13 см² и индукцией 0,01...0,05 Тесла (рабочая зона 14x14 см). Было применено влияние в двух режимах: с амплитудой магнитного поля 0,04/0,01 Тесла (прямая конфигурация, группа 1) и 0,04/0,05 Тесла (обратнонаправленная конфигурация, группа 2) с частотой колебаний 800 кГц. В течение одного сеанса проводилось 5 импульсов длительностью 15 мкс с частотой следования 20 Гц. Сеансы проводились через сутки в одно и то же время. Контролем служили интактные крысы. Все животные содержались в стандартных условиях вивария.

По истечении сроков эксперимента животных забивали путем декапитации под эфирным наркозом и забирали для исследования большеберцовые кости. Определяли остеометрические параметры с точностью до 0,1 мм. Фрагменты середины диафизов большеберцовых костей фиксировали в 5% растворе нейтрального формалина, декальцинировали, обезвоживали и заливали в целлоидин. Гистологические срезы толщиной 10-12 мкм окрашивали гематоксилин-эозином и исследовали по общепринятой методике. Полученные данные обрабатывали методами вариационной статистики с использованием пакета «Statistica» for Windows [9].

Результаты и их обсуждение. Воздействие на подопытных животных объемно-комбинационными импульсными электромагнитными полями сопровождалось изменениями, выраженность и направленность которых зависели, в первую очередь, от возраста животных.

У неполовозрелых крыс, начиная с 10 дня, была выявлена тенденция к замедлению темпов поперечного роста большеберцовых костей, нарастающая при непрерывном облучении к 30 дню. В период реадaptации ростоугнетающее влияние объемно-комбинационных импульсных электромагнитных полей при режиме воздействия в группе 1 сохранялось, а при режиме с амплитудой магнитного поля 0,04/0,05 Тесла незначительно сглаживалось.

Облучение старых крыс электромагнитными полями не сопровождалось достоверными изменениями остеометрических показателей, однако, к 30 дню облучения была определена тенденция к преобладанию поперечных размеров костей – на 1,19-5,81% в группе 1 и на 2,71-5,81% в группе 2. В период реадaptации, аналогично предыдущей возрастной группе, в группе 1 тенденция к преобладанию поперечных размеров костей сохранялась, а в группе 2 значительных отклонений не наблюдалось.

Следует подчеркнуть, что по нашему мнению этот факт следует рассматривать не столько как активизацию аппозиционного роста кости, сколько как сглаживание явлений возрастзависимого остеопороза. Отклонениям в темпах роста и формировании костей предшествовали изменения гистологической картины костей скелета.

Гистоморфометрическое исследование середины диафизов большеберцовых костей показало, что влияние объемно-комбинационных импульсных электромагнитных полей на них также зависело от возраста животных. У неполовозрелых животных, начиная с 10 дня, при обоих режимах облучения была выявлена тенденция к малодостоверному пропорциональному сужению всех слоев диафиза на 5,40-10,86% с уменьшением площадей поперечного сечения диафиза и костномозговой полости на 11,64% и 12,86% в группе 1 и на 10,78% и 9,65% в группе 2. Через 30 дней облучения

уменьшение площадей поперечного сечения диафиза и костномозговой полости большеберцовых костей сохранялось при обоих режимах воздействия, что составило 5,40% и 7,50% в группе 1 и 10,07% и 15,00% в группе 2 соответственно. Данные изменения свидетельствуют об угнетении процессов аппозиционного роста и положительно коррелируют с выявленным остеометрически отставанием прироста поперечных размеров кости. В период реадaptации после 10-ти дней облучения в группе 1 выявленные отклонения сохранялись, а площадь костномозговой полости превосходила данные контрольной группы, что свидетельствует о том, что наряду с угнетением аппозиционного роста кости активизируются и процессы эндостальной резорбции. Во 2-ой группе, при облучении с амплитудой магнитного поля 0,04/0,05 Тесла отклонения, напротив, нивелировались и лишь площадь поперечного сечения диафиза большеберцовых костей оставалась меньше контрольной на 6,12% ($p > 0,05$).

У старых крыс в условиях облучения объемно-комбинационными импульсными электромагнитными полями лишь к 30 дню площади поперечного сечения диафиза большеберцовой кости крайне незначительно преобладали над контрольными, что положительно коррелирует с выявленным преобладанием поперечных размеров костей.

Необходимо отметить, что как при непрерывном облучении, так и в период реадaptации после 10-дневного облучения, в обеих подопытных группах обнаруживалось увеличение ширины слоев диафиза – на 7,20-10,62% в группе 1 и

на 7,33-10,26% в группе 2, что, вероятно, свидетельствует о замедлении процессов созревания пластинчатой костной ткани.

Следует подчеркнуть, что несмотря на разную направленность реакции процессов аппозиционного роста кости у животных различного возраста, диаметры каналов остеонів уменьшались (у неполовозрелых крыс на 3,92-11,24% во все установленные сроки и у старых – на 4,38-9,07% к 30 дню наблюдения) наряду с преобладанием размеров остеонів. Этот факт свидетельствует об интенсификации процессов перестройки в костной ткани под влиянием ОКІ ЭМП у животных обеих возрастных групп.

Перспективы дальнейших исследований. Наличие признаков сглаживания явлений возрастзависимого остеопороза у старых животных, особенно при режиме с амплитудой магнитного поля 0,04/0,05 Тесла требует дополнительных исследований морфофункционального состояния костей. Если и при этом будут обнаружены позитивные сдвиги, объемно-комбинационные импульсные электромагнитные поля исследуемых характеристик можно рекомендовать для использования в клинической практике для борьбы с явлениями первичного остеопороза. В дальнейших работах мы планируем изучить основные закономерности строения костей скелета подопытных животных на различных этапах развития под влиянием объемно-комбинационных импульсных электромагнитных полей, а также при их коррекции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Шарохина А.В. Электромагнитное поле в быту / Под ред. Ю.Я. Петрушенко // Казань: Казанский гос. ун-т, 2006. – 148с.
2. Васильева Л.К. Электротехнические аспекты влияния низкочастотных электромагнитных полей на человека / Л.К. Васильева, А.Н. Горский // Вестник МАНЭБ. – 2000. - № 4 (28). – С. 31-35.
3. Баранский П.И. Проблемы взаимодействия магнитных полей с объектами живой природы / П.И. Баранский, А.В. Гайдар, А.Л. Чижевский // Вестник Калужского ун-та. – 2007. - № 3. – С. 37-41.
4. Гичев Ю.П. Влияние электромагнитных полей на здоровье человека / Ю.П. Гичев, Ю.Ю. Гичев // Новосибирск: Ин-т региональной патологии и патоморфологии СО РАМН, 1999. – 186с.
5. Григорьев Ю.Г. Человек в электромагнитном поле / Ю.Г. Григорьев // Радиационная биология. – 1997. - № 4. – С. 690-702.
6. Dab W. Champs electriques et magnetiques de basse frequence et sante: Incertitude scientifique et inquietude sociale // Energ. sante / Serv. etud. med. - 1996. - 7, № 2. - С. 191-196.
7. Атякшин Д.А. Эффект влияния слабого электромагнитного излучения на морфофункциональное состояние крупноклеточных ядер гипоталамуса / Д.А. Атякшин, А.Я. Должанов // 1 Междунар. конгр. "Слаб. и сверхслаб. поля и излуч. в биол. и

мед., "Санкт-Петербург, 16-19 июня, 1996: Сб. тезисов. - СПб, 1996. - С. 61.

8. Біоетична експертиза до клінічних та інших наукових досліджень, що виконуються на тваринах, Методичні рекомендації Національного Комітету з питань біоетики при Президії НАН України, Комітету з біоетики при Президії АМН України, Інституту фармакології і токсикології АМН України, Державного фармакологічного центру МОЗ України. – Київ, 2006. – 29 с.

9. Ланг Т.А. Как описывать статистику в медицине: руководство для авторов, редакторов и рецензентов / Т.А. Ланг, М. Сесик // Москва: Практическая медицина, 2011. – 480 с.

*Надійшла 14.03.2013 р.
Рецензент: проф. В.І.Лузін*