

УДК 616.36-018.7

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ Н-РЕФЛЕКСА ПОД ВЛИЯНИЕМ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Джелдубаева Э.Р., Чуян Е.Н., Заячникова Т.В.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: delviza@mail.ru*

Исследовано изменение показателей Н-рефлекса под влиянием низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ) (7,1 мм, 0,1 мВт/см²) при электронейромиографическом исследовании состояния нейромоторного аппарата нижних конечностей человека. Показано, что под влиянием ЭМИ КВЧ амплитуды минимального и максимального Н-рефлекса уменьшаются, а порог возникновения Н-рефлекса увеличивается относительно фоновых значений, что свидетельствует об ослаблении ноцицептивных влияний и (или) усилении антиноцицепции.

Ключевые слова: низкоинтенсивное электромагнитное излучения крайне высокой частоты, Н-рефлекс, амплитуда, порога возникновения Н-рефлекса.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что Н-рефлекс – это моносинаптический рефлекторный ответ моторных единиц исследуемой мышцы на электрическую стимуляцию ее низкочастотных афферентных нервных волокон, широко используемый в функциональной диагностике заболеваний нервной системы [1, 2].

В различных исследованиях показано, что Н-рефлекс, отражая состояние различных отделов нервной системы, позволяет не только уточнить некоторые тонкие механизмы функционирования ноцицептивной и антиноцицептивной систем, но и вооружает объективными критериями диагностики болевого синдрома [3]. Однако данный метод, несмотря на высокую информативность и объективность, до сих пор не получил широкого применения в экспериментальной физиологии.

Не вызывает сомнения тот факт, что в реализации биологического эффекта низкоинтенсивного электромагнитного излучения (ЭМИ) крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона принимает участие нервная система. Целый ряд экспериментов, проведенных в острых и хронических опытах на животных, продемонстрировал высокую чувствительность различных элементов нервной системы к ЭМИ КВЧ [4 - 6]. В исследованиях на крысах после перерезки седалищного нерва и наложения микрохирургического шва, установлено, что воздействие низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ на кожную поверхность области операции стимулирует регенеративные процессы в нерве [7]. Низкоинтенсивное ЭМИ КВЧ широко используется в физиотерапевтической практике для лечения невралгии. В частности, получен

положительный клинический эффект (уменьшение частоты и интенсивности приступов) у пациентов, страдающих невралгией тройничного нерва, при КВЧ-терапии на кожную проекцию мест выхода ветвей тройничного нерва [8].

Нашими экспериментальными исследованиями [9] показано, что низкоинтенсивное ЭМИ КВЧ у практически здоровых испытуемых снижает состояние эмоциональной напряженности, тревожности, создает оптимальный баланс между возбуждением и торможением ЦНС, увеличивает объемы памяти и внимания, что свидетельствует об улучшении текущего психоэмоционального состояния. Этот физический фактор обладает и ярко выраженной антиноцицептивной активностью в отношении болевых синдромов различной этиологии у животных [10]. Однако влияние низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ на нейромоторный аппарат человека не изучен, что представляется актуальным.

В связи с этим, целью данной работы явилось исследование изменений показателей Н-рефлекса под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ (7,1 мм, 0,1 мВт/см²) при электронейромиографическом исследовании состояния нейромоторного аппарата нижних конечностей человека.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть была проведена на 20 студентах-волонтерах в возрасте 18-19 лет. Половой состав испытуемых был следующим: лиц мужского пола — 5 (25%), лиц женского пола — 15 (75%). Все обследуемые на момент исследования не имели травм и отрицали наличие в прошлом заболеваний, которые могли повлиять на состояние центральной нервной системы. Отбор проводился на основании неврологического обследования врача-невропатолога Центра коррекции функционального состояния человека при Таврическом национальном университете им. В.И. Вернадского.

Все данные, представленные в работе, получены на оборудовании «Нейрон-Спектр-6» (фирма "НейроСофт", Россия, г. Иваново), с использованием компьютерного электронейромиографа "Нейро-МВП-4". (Свидетельство о поверки № 064292 от 28.12.2011 г., разрешение на использование № 2303 от 12.03.2008 г.).

Н-рефлекс является эквивалентом ахиллова рефлекса и в норме у взрослых людей определяется в мышцах голени (икроножной и камбаловидной) при стимуляции большеберцового нерва в подколенной ямке или в четырехглавой мышце бедра при стимуляции бедренного нерва под пупартовой связкой.

Н-рефлексометрию проводили по общепринятой методике [11]. Исследуемый находился в положении лежа на животе со спущенными с края кушетки стопами. Под голеностопные суставы подкладывали валик таким образом, чтобы голень была согнута на 20-30° во избежание рефлекса растяжения мышц голени [2]. Регистрирующие электроды располагали на медиальной головке икроножной мышцы. Активный электрод на икроножной мышце фиксировали в двигательной точке ее медиальной головки, референтный – на 3-4 см дистальнее, заземляющий – располагали между стимулирующим и отводящим электродом (рис. 1).

Стимуляция Н-рефлекса в подколенной ямке проводилась монополярным электродом (катод располагали на уровне складки сгиба по средней линии в

подколенной ямке, анод – на надколеннике для того, чтобы направление движения силовых линий тока было равномерно и перпендикулярно нерву).

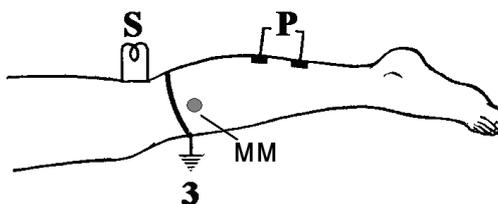


Рис. 1. Схема наложения электродов для регистрации Н-рефлекса, где S – стимулирующие электроды, P – регистрирующие электроды, З – заземляющий электрод, MM- область воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ на иофизиологически активную точку E-36.

Регистрация проводилась в режиме записи программы пробы Н-рефлекса. Диапазон усиления Н-рефлекса при проведении анализа от 250 мкВ/дел до 2,5 мВ/дел. Диапазон усиления М-ответа при анализе составил от 500 мкВ/дел до 50 мВ/дел. Развертка для М-ответа и Н-рефлекса использовалась единая. Диапазон развертки составил от 0,5 мс/дел до 20 мс/дел.

Для ускорения нахождения оптимальной точки стимуляции и поиска максимальной амплитуды Н-рефлекса частота стимуляции составляла 0.5-1.0 Гц, однако при дальнейшей тестовой стимуляции с определением амплитуды и латентности Н-рефлекса частота изменялась на 1 стимул в 10 секунд (0.1 Гц). Интенсивность стимула постепенно увеличивали с установленным исследователем интервалом от подпорогового до супрамаксимального.

Для анализа Н-рефлекса использовали следующие показатели:

1. Амплитуда Н-рефлекса. Величина данного показателя прямо пропорциональна количеству и степени синхронизации вовлекаемых в возбуждение двигательных единиц, определяется количеством мотонейронов, отвечающих на афферентное раздражение, и количеством волокон Ia типа, проводящих его. При постепенном увеличении интенсивности раздражения вначале отмечалось появление Н-рефлекса минимальной амплитуды (Hmin), а при дальнейшем нарастании силы раздражения, наряду с ростом амплитуды Н-рефлекса, определялось появление моторного (М) ответа, который является прямым мышечным ответом на электрическую стимуляцию нерва. Регистрировали также максимальную амплитуду Н-рефлекса (Hmax). По мере все большего роста М-ответа, амплитуда Н-рефлекса начинала снижаться вплоть до полного угнетения. По данным ряда авторов, это явление связывают, во-первых, с развитием в афферентных волокнах блокады рефлекторного разряда альфа-мотонейронов восходящим антидромным залпом от прямой электрической стимуляции нерва, во-вторых, с усилением пресинаптического торможения афферентов группы Ia, развитием возвратного и автогенного торможения мотонейронов [12, 13] (рис. 2).

2. Порог возникновения Н-рефлекса – минимальная сила тока, при которой появляется Н-рефлекса. Показано, что данный показатель зависит от количества

вовлекаемых в возбуждение чувствительных Ia волокон, достаточного для раздражения мотонейронов, и способностью нейронов спинного мозга к моторному ответу при получении афферентных импульсов. [14].

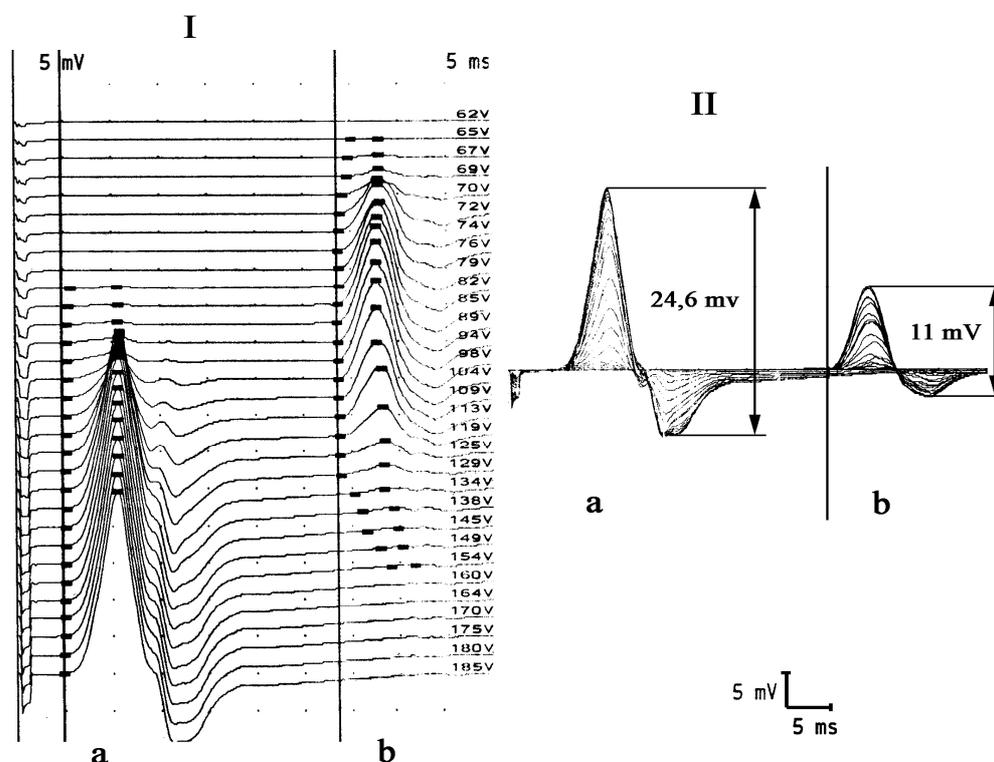


Рис. 2. Н-рефлекс в икроножной мышце при разной силе раздражения: I – режим разведения ответов, II – режим наложения ответов (суперпозиция), а – М-ответ, б – Н-рефлекс.

Воздействие низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ проводилось в течение 9-ти суток с помощью терапевтического генератора «КВЧ. РАМЕД-ЭКСПЕРТ – 01» (регистрационное свидетельство № 783/99 от 14.07.99, выданное КНМТ МОЗ Украины о праве на применение в медицинской практике в Украине), экспозиция – 30 минут. Поскольку в работе С.О. Гуляра и Ю.П. Лиманского [15] сформирована гипотеза, в которой точки акупунктуры рассматриваются как рецепторы, воспринимающие ЭМИ для дальнейшего транспорта в разные ткани и органы, то была выбрана локализация воздействия – биологически активная точка Е-36 правой ноги. Выбор этой точки обусловлен ее рефлексогенным, общеукрепляющим и стимулирующим действием на организм [16]. Кроме того, в наших [10] и других исследованиях [17] показано, что существует функциональная асимметрия, связанная с тем, что биологические эффекты ЭМИ КВЧ более выражены при

воздействию на правую руку (правую ногу), что и послужило причиной воздействия именно на биологически активную точку правой ноги.

Обработка данных осуществлялась с применением статистической программы «STATISTICA ver. 6.0» и электронных таблиц Microsoft@Excel-2003. Проводилась оценка вида распределения параметров, расчет средних данных, стандартного отклонения. Для определения статистической значимости наблюдавшихся различий использовали непараметрический критерий Вилкоксона. Анализ полученных данных проводился в несколько этапов. На первом этапе делали расчеты по каждому параметру исследуемого нерва. На втором этапе оценивали достоверность различия показателе, зарегистрированных на правой и левой сторонах по каждому нерву с расчетом допустимого значения разности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изменение амплитуды Н-рефлекса под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ

Как показали результаты исследования, у испытуемых в норме показатели амплитуды H_{min} и H_{max} для правой ноги составляли $1,67 \pm 0,28$ мВ и $4,13 \pm 0,70$ мВ, для левой ноги - $1,46 \pm 0,19$ мВ и $5,40 \pm 0,88$ мВ соответственно (рис. 3). Полученные данные согласуются с литературными данными. Так, в работах В.К. Решетняк и др. [18] показано, что амплитуда Н-рефлекса может варьировать в пределах 1,49-7,16 мВ, при этом ее величина не коррелирует с возрастом ($R = -0,0535$).

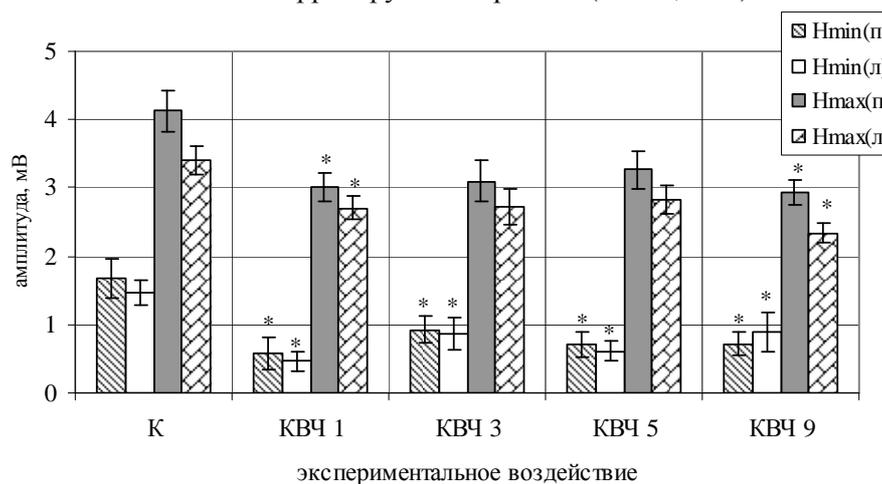


Рис. 3. Изменение амплитуды минимального (H_{min}) и максимального (H_{max}) Н-рефлекса правой (п) и левой (л) ноги у испытуемых до (К) и во время девятикратного воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ (КВЧ).

Примечание: * - достоверность результатов по сравнению с контрольными значениями, зарегистрированными до КВЧ-воздействия (К).

После воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ отмечалось уменьшение амплитуды тестируемого Н-рефлекса икроножной мышцы существенно уменьшалось по

сравнению со значениями показателя, зарегистрированными до КВЧ- воздействия. Так, после однократного КВЧ-воздействия показатели амплитуды H_{min} и H_{max} уменьшилась на 65,25% ($p < 0,05$) и 47,72% ($p < 0,05$) для правой ноги и 68,20% ($p < 0,05$) и 49,80% ($p < 0,05$) для левой ноги соответственно относительно контрольных фоновых значений. После трехкратного воздействия ЭМИ КВЧ амплитуды H_{min} и H_{max} для правой ноги были ниже на 44,43% ($p < 0,01$) и 25,06% ($p < 0,05$), для левой ноги – на 40,12 % ($p < 0,01$) и 29,53% ($p > 0,05$) относительно фоновых значений (рис. 3). На пятые сутки воздействия ЭМИ КВЧ отмечалось также достоверное уменьшение амплитуды H_{min} и H_{max} правой ноги (на 58,21%, $p < 0,01$) относительно контрольных значений. На девятые сутки КВЧ-воздействия уменьшение амплитуды H_{min} и H_{max} составляла в среднем 35,60 % ($p < 0,05$) и 30,21% ($p < 0,05$) для правой и левой ног соответственно относительно таковых до воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ (рис. 3).

Таким образом, под влиянием курсового воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ отмечается уменьшение минимальной и максимальной амплитуды Н-рефлекса, достоверно выраженного после одно- и девятикратного КВЧ-воздействия.

Показано, что амплитуда Н-ответа определяется состоянием α -мотонейронов и уровнем пресинаптического торможения афферентов 1а [19]. Считают, что амплитуда Н-рефлекса значительно увеличивается при активации ноцицептивных нейронов задних рогов спинного мозга повреждающими импульсами [20]. В работах И.Н. Плещинского и др. [21] показано, что чем выше амплитуда Н-рефлекса, тем, следовательно, больше возбудимость мотонейронов спинного мозга и тем большее число мотонейронов участвует в реализации этого ответа. Снижение же амплитуды Н-рефлекса связано с дисперсией возбуждающего разряда, идущего по сенсорным волокнам к мотонейронам. По мнению В.П. Куликова и др. [22] снижение этого показателя свидетельствует о снижении чувствительности мотонейронов к болевому стимулу.

Следовательно, полученные в работе данные указывают на возможность влияние низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ на модуляцию процессов торможения мотонейронов икроножной мышцы, что изменяет и динамику рефлекторной возбудимости мотонейронов сегментарного аппарата, об повышении нисходящего тормозного контроля супрасегментарных отделов ЦНС на данные мотонейроны, а также о влиянии данного физического фактора на чувствительность мотонейронов к болевому стимулу.

Изменение порога возникновения Н-рефлекса под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ

Минимальная сила тока, при которой появлялся Н-рефлекс $7,55 \pm 1,00$ мА и $10,14 \pm 0,93$ мА для правой и левой ноги (рис. 4). Эти результаты согласуются с литературными данными [2, 3].

После курсового воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ данный показатель постепенно повышался, а с пятых по девятые сутки наблюдения отмечалось достоверное увеличение силы стимуляции Н-рефлекса в среднем в 1,98 раза

($p < 0,05$) (рис. 4). Эти данные свидетельствуют о повышении порога возникновения Н-рефлекс под влиянием ЭМИ КВЧ.

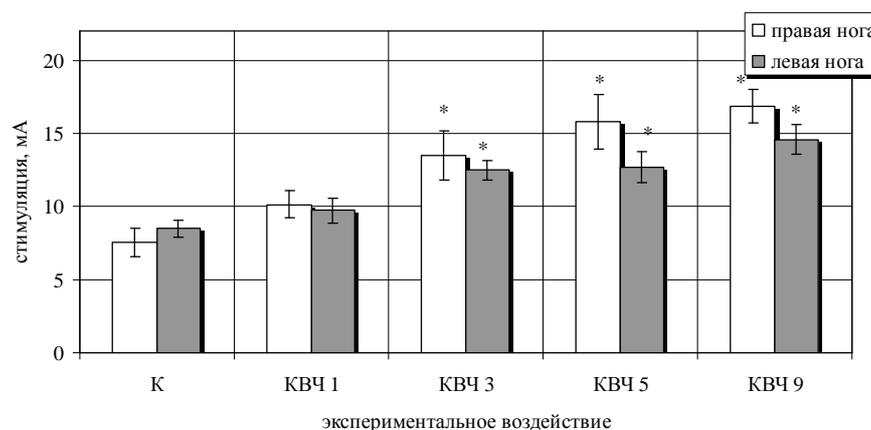


Рис. 4. Изменение силы стимуляции Н-рефлекса правой и левой ноги у испытуемых до (К) и под влиянием курсового (1, 3, 5, 9) воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ (КВЧ).

Примечание: * - достоверность результатов по сравнению с фоновыми контрольными значениями (К).

Известно, что порог возникновения Н-рефлекса дает представление о функциональном торможении мотонейронов вследствие рефлекторных нарушений (болевые синдромы) [2]. Повышение порогов Н-рефлекса при применении местных анестетиков (лидокаин) связано с блокадой ноцицептивной афферентации на периферическом уровне, а повышение болевых порогов при использовании морфина и морфиноподобных препаратов является результатом активации опиоидной системы, т.е. усиления активности одной из антиноцицептивных систем мозга [23]. При применении нестероидных противовоспалительных средств (ибупрофен, кетопрофен, аспирин, индометацин) повышение болевых порогов может быть, с одной стороны, обусловлено редукцией периферического ноцицептивного фактора (за счет антипростагландинового эффекта), а с другой стороны — центральным антиноцицептивным действием [24].

Таким образом, возрастание порога возникновения Н-рефлекса при КВЧ-воздействии свидетельствует об ослаблении ноцицептивных влияний и (или) усилении антиноцицепции.

Многими исследователями показано, что интенсивности ЭМИ КВЧ, используемые в терапии, достаточны для активации рецепторов (механо-, термо- и ноцицепторов) и периферических волокон, расположенных в коже [17, 25, 26]. Согласно экспериментальным данным [6], воздействие ЭМИ КВЧ (5,6 мм; 4 мВт/см²) на лягушек значительно уменьшает время рефлекса одергивания, что указывает на увеличение возбудимости болевых рецепторов без участия центральных нервных структур. После первичной рецепции сигнал из

периферических нервных окончаний и волокон через перекрещивающиеся проводящие пути одновременно поступает в оба полушария головного мозга, где происходит изменение количественного соотношения моноаминов эндогенных нейрхимических систем, участвующих в реализации моторных и сенсорных функций [27], в модуляции сложных форм двигательной активности и болевых поведенческих реакций [28]. Эндогенные анальгетические системы, имея особую структурно-функциональную организацию и взаимодействуя с другими системами, позволяет организму устранять отрицательные последствия, вызванные любыми ноцицептивными факторами, а также перестраивать функции его важнейших систем во время развития различных ноцицептивных рефлексов, начиная от простейших защитных ответов на боль и кончая сложными эмоциональными и стрессовыми реакциями высших отделов мозга [3, 29].

При стимуляции рецепторов и нервных волокон кожи происходит также усиленное высвобождение в ряде структур мозга эндогенных опиоидных пептидов [30]. Известно, что ОпП увеличивают активность иммунной, нервной и эндокринной систем, осуществляя взаимодействие между этими системами [31] повышая уровень неспецифической резистентности организма к последующему воздействию повреждающего стресс-фактора. При болевом стрессе происходит образование и выделение ОпП в разных отделах мозга, растет их содержание в крови. Это сопровождается такими защитными явлениями, как повышение болевого порога и развитие анальгезии [32, 33], изменение поведения [34] и др. В наших предыдущих исследованиях также показана ведущую роль в механизмах обезболивающего действия ЭМИ КВЧ эндогенных ОпП [10].

Несмотря на то, что Н-рефлекс является спинальным моносинаптическим рефлексом и его амплитудно-временные параметры во многом определяются возбудимостью мотонейронов, важную роль играет тот факт, что последние испытывают на себе постоянное облегчающее и тормозное влияние со стороны интернейронов, обеспечивающих передачу информации к мотонейронам как от ноцицептивных нейронов задних рогов спинного мозга, так и от супраспинальных структур, участвующих в восприятии и анализе “болевых” сигналов [35, 36].

Таким образом, результаты данного исследования показывают, что под влияние курсового воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ отмечается существенное изменение амплитуды и порога возникновения Н-рефлекса, что свидетельствует об антиноцицептивном эффекте данного физического фактора.

ВЫВОД

1. Под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ отмечается изменение показателей Н-рефлекса (амплитуды максимального и минимального Н-рефлекса, порога возникновения Н-рефлекса).
2. Под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ амплитуды минимального и максимального Н-рефлекса уменьшаются относительно фоновых значений, что свидетельствует модуляции процессов торможения мотонейронов сегментарного аппарата спинного мозга.

3. Под влиянием курсового воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ отмечается достоверное увеличение порога возникновения Н-рефлекса, что свидетельствует об ослаблении ноцицептивных влияний и (или) усилении антиноцицепции.
4. Полученные данные свидетельствуют об антиноцицептивном эффекте низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.

Список литературы

1. Новикова В.П. Возможности и границы метода исследования Н-рефлекса в диагностике заболеваний нервной системы / В.П. Новикова // Журнал невропатологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – Т. 12. – 1981. – С. 1804-1810.
2. Николаев С.Г. Практикум по клинической электромиографии / С.Г. Николаев. – 2-е изд. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2003. – 264 с.
3. Болевые синдромы в неврологической практике / Под редакцией А.М. Вейна. – Москва: МЕДпресс-информ, 2001 г. – 368 с.
4. Акоев Г.Н. Восприятие ЭМИ мм диапазона электрорецепторами скатов / Г.Н. Акоев, В.Д. Авелев, П.Г. Семенов // Сб. докл. Межд. симпозиума «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – М.: ИРЭ АН СССР, 1991. – С. 442-447.
5. Сазонов А.Ю. Воздействие ЭМИ ММ-диапазона на биологические объекты различной сложности / А.Ю. Сазонов, Л.В. Рыжкова // Сб. докладов 10 Российск. симпоз. с междунар. участием «Миллиметровые волны в биологии и медицине» – М.: ИРЭ РАН. - 1995. – С. 112-114.
6. Сауля А. Влияние миллиметровых электромагнитных волн на возбудимость периферических нервных окончаний / А.Сауля, В. Кихай // Сборник докладов 13 Российского Симпозиума с международным участием «Миллиметровые волны в биологии и медицине». – М.:ИРЭ РАН. – 2003. – С. 100-102.
7. Колосова Л.И. Влияние электромагнитного поля миллиметрового диапазона малой мощности на регенерацию периферических нервов / Л.И. Колосова, В.Д. Авелев, Г.Н. Акоев, О.В. Рябчикова // Сб. докл. Междунар. симпозиума «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – Т 2. – М.: ИРЭ АН СССР. – 1991. – С. 398-402.
8. Применение лечебно-диагностического комплекса «Шарм» в комплексной терапии неврологии тройничного нерва / Р.С. Мегдятов, В.В. Архипов, В.Я. Кислов [и др.] // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1995. – №. 5. – С. 20-24.
9. Функциональная асимметрия у человека и животных: влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона / Е.Н. Чуян, Н.А. Темурьянц, В.П. Пономарева, Н.В. Чирский – Симферополь: ЧП «Эльиньо», 2004. – 440 с.
10. Чуян Е.Н. Механизмы антиноцицептивного действия низкоинтенсивного миллиметрового излучения / Е.Н. Чуян, Э.Р. Джелдубаева – Симферополь, 2006. – 458 с.
11. Бадалян Л.О. Клиническая электронейромиография / Л.О. Бадалян, И.Л. Скворцов – Москва: Медицина, 1986. – 389 с.
12. Maglader J.W. Electrophysiological studies of nerve and reflex activity in normal man. I. Identification of certain reflexes in the electromyogram and the conduction velocity of peripheral nerve fibers / J.W. Maglader, D.B. McDougal // Bull Johns Hopkins Hosp. – 1950. – Vol. 86(5). – P. 265–290.
13. Delwaide P.J. Spinal reflex studies enable to analyze supraspinal dysfunctions / P.J. Delwaide, J.L. Pepin, G. Rapisarda // Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. – Supp L, V.50. – 1999. – P. 373–376.
14. Старобинец М.Х. Диагностика синдромов поражения нервной системы по соотношению кривых напряжения—времени центральных и моторных ответов мышц голени и стопы / М.Х. Старобинец, Л.Д. Волкова // Журн. невропатологии и психиатрии им. С.С.Корсакова. – 1984. – Т. 11. – С. 1642-1648.
15. Гуляр С.О. Механізми первинної рецепції електромагнітних хвиль оптичного діапазону / С.О. Гуляр, Ю.П. Лиманський // Фізіологічний журнал. – 2003. – Т. 49, № 2. – С. 35-44.
16. Мачерет Е.Л. Руководство по рефлексотерапии / Е.Л. Мачерет, И.З. Самосюк – К.: Выща шк., 1989. – 479 с.

17. Лебедева Н.Н. Экспериментально-клинические исследования в области биологических эффектов миллиметровых волн (обзор, часть 1) / Н.Н. Лебедева, Т.И. Котровская // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1999. – № 3 (15). – С. 3-15.
18. Использование Н-рефлекса в оценке возбудимости ноцицептивных нейронов спинного мозга у людей / В.К. Решетняк, А.В. Гнездилов, А.В. Сыровегин, А.М. Овечкин [и др.] // Анестезиология и реаниматология. – 1998. – No 5. – С. 16–19
19. Персон Р.С. Н-рефлекс в медицинских и физиологических исследованиях / Р.С. Персон // Физиология человека. – 1994. – Т. 20, №4. – С. 1541–1558.
20. Старобинец М.Х. Программа электромиографического исследования при подозрении на скрытую пирамидную недостаточность / М.Х. Старобинец, Л.Д. Волкова // Журн. невропатологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 1987. – № 8. – С. 1126–1133.
21. Плещинский И.Н. Модуляция Н-рефлекса камбаловидной мышцы при выполнении дорзальной и плантарной флексии в голеностопном суставе у человека / И.Н. Плещинский, Р.Х. Бикмуллина, А.Н. Розенталь // Физиология человека. – 2006. – No 6. – С. 104–109
22. Куликов В.П. Оценка возбудимости мотонейронов коры головного мозга человека методом магнитной стимуляции / В.П. Куликов, К.В. Смирнов, Ю.В. Смирнова // Физиология человека - 2004. – No 3. – С. 133–135.
23. The effects of ketamine on the temporal summation (wind-up) of the RII nociceptive reflex and pain in humans / F. Guinmand, X. Dupont, L. Brasseur [et al.] // Anesth. Analg. – 2000. – Vol. 90. – P. 408–414.
24. Guieu R. Analgesic effect of indomethacin shown using the nociceptive flexion reflex in humans / R.Guieu, O. Bun, J. Pouget, G. Serratnce // Ann. Rheum. Dis. – 1992. – Vol. 51. – P. 391–393.
25. Search for frequency-specific effects of millimeter-wave radiation on isolated nerve function / A.G. Pakhomov, U.K. Prol, S.P. Mathur [et al.] // Bioelectromagnetics. – 1998. – Vol. 18. – P. 324–334.
26. Алексеев С.И. Электрофизиологическое исследование влияния миллиметровых волн на нервные клетки / С.И. Алексеев, М.С. Зискин, Н.В. Кочеткова // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1997. – № 9-10. – С. 34–38.
27. Kähkönen S. Combination of magneto- and electroencephalography in studies of monoamine modulation on attention / S. Kähkönen, J. Ahveninen // Methods and findings in experimental and clinical pharmacology. – 2002. – Vol. 24, Suppl C. – P. 27-34.
28. Лиманский Ю.П. Физиология боли / Юрий Петрович Лиманский – Киев; Здоровья, 1986. – 93 с.
29. Девойно Л.В. Серотонин-, дофамин- и ГАМК-ергические системы мозга в нейроиммунорегуляции / В кн. Иммунофизиология. – Сп.-Пб.: Наука, 1993. – С. 201–242.
30. Andersson S. Acupuncture – from empiricism to science: the functional background to acupuncture effects in pain and disease / S. Andersson, T. Lundeberg // Med. Hypotheses. – 1995. – Vol. 45, №. 3. – P. 271-281.
31. Maestroni G.J.M. Anti-stress role of the melatonin – immunopioid network. Evidence for a physiological mechanism involving T-cell-derived, immunoreactive β -endorphin and met. Enkephalin binding to thymic opioid receptors / G.J.M. Maestroni, A. Conti // Int. J. Neurosci. – 1991– Vol. 61. – P. 1-10.
32. Analgesia induced in vivo by central administration of enkephalin in rat / J.D. Belluzzi, N. Grant, V. Garsky [et al.] // Nature. – 1976. – Vol. 260(5552). – P. 625-626
33. A study of millimeter wave's clinical and immunological effects on oral lichen planus patients / Z. Jin, M. Lin, J. Xia, [et al.] // Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. – 2001. – Vol. 19. – P. 366-368.
34. Opiate receptors may mediate the suppressive but not the excitatory action of ACTH on motor activity in rats / S. Amir, Z.H. Galina, R. Blair [et al.] // Eur. J. Pharmacol. –1980. – Vol. 66(4). – P. 307-313.
35. Байкушев С. Стимуляционная электромиография и электронейрография в клинике нервных болезней / Байкушев С., Манович З.Х., Новикова В.П. – М.: Медицина, 1974. – 144с.
36. Зайцев А.Ю. Метод оценки анальгезии – ноцицептивные вызванные потенциалы. первые клинические наблюдения / А.Ю. Зайцев, А.А. Фролов, В.А. Светлов, С.П. Козлов // Анестезиология и реаниматология. – 2008. – No 5. – С.84-87.

Джелдубаєва Е.Р. Зміна показників Н-рефлексу під впливом низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надвисокої частоти / Е.Р. Джелдубаєва, О.М. Чуян, Т.В. Заячникова // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2012. – Т. 25 (64), № 2. – С. 66-76.

Досліджена зміна показників Н-рефлексу під впливом низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надвисокої частоти (ЕМВ НВЧ) (7,1 мм, 0,1 мВт/см²) за допомогою електронейроміографії нижніх кінечностей людини. Показано, що під впливом ЕМВ НВЧ амплітуди мінімального і максимального Н-рефлексу зменшуються, а поріг виникнення Н-рефлексу збільшується відносно фонових значень, що свідчить ослаблення ноцицептивних впливів та (або) посилення антиноцицепції.

Ключові слова: низькоінтенсивне електромагнітне випромінювання надвисокої частоти, Н-рефлекс, амплітуда, порога виникнення Н-рефлексу.

Dzheldubaeva E.R. Changes in the H-reflex under the influence of low-intensity electromagnetic irradiation of extremely high frequency / E.R. Dzheldubaeva, E.N. Chuyan, T.V. Zayachnikova // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2012. – Vol. 25 (64), No 2. – P. 66-76.

Investigated characteristics H-reflex under the influence of low-intensity electromagnetic irradiation of extremely high frequency (EHF EMR) (7.1 mm, 0.1 mW/cm²) at electroneuromyographic study neuromotor apparatus of the state of the lower limbs of man. It is shown that under the influence of EHF EMR amplitude of minimum and maximum H-reflex decrease and the threshold of the H-reflex is increased relative to baseline values, It is reflecting the weakening of nociceptive effects and (or) increased antinociceptive.

Keywords: low-intensity electromagnetic irradiation of extremely high frequency, the H-reflex, amplitude, threshold of the H-reflex.

Поступила в редакцію 17.01.2012 г.