

УДК 616.36-018.7

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НОЦИЦЕПТИВНОГО ФЛЕКСОРНОГО РЕФЛЕКСА ПОД ВЛИЯНИЕМ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р., Трибрат Н.С.

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

Показана динамика изменения показателей ноцицептивного флексорного рефлекса под влиянием низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ; 7,1 мм, 0,1 мВт/см²) при электронейромиографическом исследовании верхних конечностей человека. Показано, что под влиянием многократного воздействия ЭМИ КВЧ время латентных периодов R2 и R3 компонент ноцицептивного флексорного рефлекса, болевой порог, порог рефлекса и коэффициент (порог боли/порог рефлекса) достоверно увеличиваются относительно фоновых значений, что свидетельствует об ослаблении ноцицептивных влияний и усилении антиноцицепции.

Ключевые слова: низкоинтенсивное электромагнитное излучения крайне высокой частоты, ноцицептивный флексорный рефлекс, болевой порог.

ВВЕДЕНИЕ

В наших предыдущих экспериментальных исследованиях показано, что низкоинтенсивное электромагнитное излучение (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ) с длиной волны 7,1 мм и плотностью потока мощности 0,1 мВт/см² у животных обладает выраженным антиноцицептивным эффектом при экспериментально вызванной тонической, висцеральной и острой боли [1]. В клинических исследованиях также показано, что КВЧ-воздействие ослабляет или даже полностью снимает боль у людей с различными патологиями [2–4]. Однако методы, используемые для оценки боли в общемедицинской практике основываются на субъективной оценке исследуемых, т.е. на ощущениях самого больного [5–9]. Поэтому использование данных методов позволяет косвенно судить о выраженности болевых ощущений.

В последние годы в изучении болевой чувствительности все большее внимание уделяется электронейрофизиологическим методам диагностики, которые, отражая состояние различных отделов нервной системы, позволяют не только уточнить некоторые тонкие механизмы функционирования ноцицептивной и антиноцицептивной систем, но и вооружают объективными критериями диагностики болевого синдрома [7, 10, 11]. Хорошим инструментом определения анальгетической эффективности лекарственных препаратов и физических факторов, а также оценки состояния различных систем, вовлеченных в контроль боли, является электронейромиографический метод ноцицептивного флексорного рефлекса (НФР).

Данный метод широко используется для изучения патофизиологии различных клинических синдромов, характеризующихся хронической болью или измененной болевой перцепцией [12], а также в экспериментальных исследованиях [13, 14]. До настоящего времени исследование НФР у человека под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ (7,1 мм, 0,1 мВт/см²) не проводилось, что и явилось целью данного исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть проведена на 20-ти студентах-волонтерах в возрасте 20-21 лет. Половой состав испытуемых был следующим: лиц мужского пола — 5 (25%), лиц женского пола — 15 (75%). Установлено недостоверное различия порогов НФР у мужчин и женщин [15], что послужило поводом для усреднения полученных результатов. 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 имени В.И. Вернадского. Все волонтеры дали добровольное согласие на проведение исследований.

Воздействие низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ осуществляли с помощью 6-тиканального аппарата «РАМЕД ЭКСПЕРТ-04» (производство научно-исследовательской лаборатории «Рамед», г. Днепропетровск; регистрационное свидетельство МЗ №783/99 от 14.07.99, выданное КНМТ МОЗ Украины о праве на применение в медицинской практике в Украине) в течение 10-ти дней эксперимента ежедневно в одно и то же время (с 9.00 до 12.00). Технические характеристики генератора: длина волны – 7,1 мм, частота излучения – 42,4 ГГц, плотность потока мощности – 0,1 мВт/см². Воздействие осуществлялось в течение 30-ти минут на области симметричных биологически активных точек E-36, MC-6 и GI-4. Выбор этих точек обусловлен их рефлексогенным, противоболевым, общеукрепляющим и стимулирующим действием на организм испытуемых [16].

Экспериментальное исследование длилось в течение 10-ти дней. Регистрацию показателей НФР проводили до воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ (фон), а также после 1, 3, 5, 7, 10 сеансов воздействия данного физического фактора.

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 поверке № 064292 от 28.12.2011 г., разрешение на использование № 2303 от 12.03.2008 г.).

НФР регистрировали на верхних конечностях [17]. При этом испытуемый сидел в удобном кресле, под кисти рук был подложен валик, способствующий мышечной релаксации. Для уменьшения эмоционального напряжения исследуемого информировали об условиях эксперимента.

При исследовании НФР регистрирующие электроды накладывали на мышцу *m. extensor carpi radialis*. Чашечковый электрод (катод) диаметром 5 мм крепили на брюшке мышцы, референтный — дистальнее, на костном выступе. Стимулирующие электроды накладывали на уровень проксимальной и средней фаланги дорсальной

поверхности третьего пальца. В качестве раздражающего стимула использовали прямоугольные импульсы длительностью 0,2 мс, которые наносили с частотой 2 Гц. Запись проводили в режиме сенсорной пробы. Количество усреднений сенсорных ответов исследуемой мышцы составляло 200.

Исследование начинали с подачи стимулов малой интенсивности (0,5 мА), постепенно увеличивая их, наблюдали за появлением мышечных ответов. При появлении ответа фиксировали порог рефлекса – Пр), т.е. величину электрического тока, при которой он появился (в мА). Кроме того регистрировали порог боли (Пб), т.е. величину электрического стимула, при котором исследуемый впервые указывал на появление локализованной острой боли в области расположения стимулирующих электродов. Для точного определения соотношения между Пб и Пр вычисляли коэффициент –Пб/Пр.

Анализировали длительность латентных периодов раннего (R2) и позднего (R3) компонент НФР в мс (рис. 1). Известно, что R2 компонента реализуется интернейронными сетями на спинальном уровне, причем количество вовлеченных сегментов спинного мозга пропорционально силе раздражающих стимулов, тогда как R3 компонента замыкается через ретикулярную формацию ствола мозга, а именно ретикулярное гигантоклеточное ядро (высокопороговый, ноцицептивный) [18].

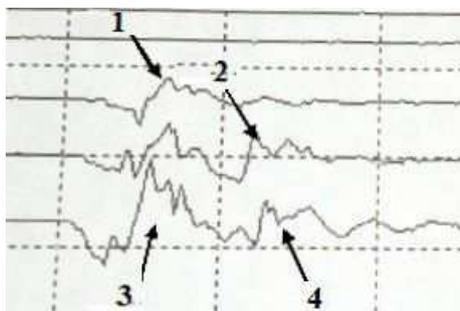


Рис. 1. Компоненты зарегистрированного ноцицептивного флексорного рефлекса: впервые появляется двигательный ответ (1), представляющий собой рефлекторное сокращение мышечных волокон; испытуемый начинает испытывать боль (2), R2 и R3 компоненты (3 и 4).

Статистическая обработка экспериментальных данных производилась с помощью компьютерных программ (Microsoft Excell, Ms Office XP, Statistica 6.0). При статистической обработке данных использовали описательную статистику и непараметрические методы статистического анализа (критерий Вилкоксона) в соответствии с материалами руководства по медико-биологической статистике [19].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изменение продолжительности латентного периода НФР под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ. Как показали результаты исследования, показатели НФР с правой и левой рук достоверно не отличались. Так, длительность латентных периодов R2 и R3 компонент НФР для правой руки составляла $4,25 \pm 0,47$

мс и $9,14 \pm 0,64$ мс, а для левой руки – $4,27 \pm 0,80$ мс и $9,12 \pm 1,01$ мс соответственно (рис. 2), что согласуется с литературными данными [12].

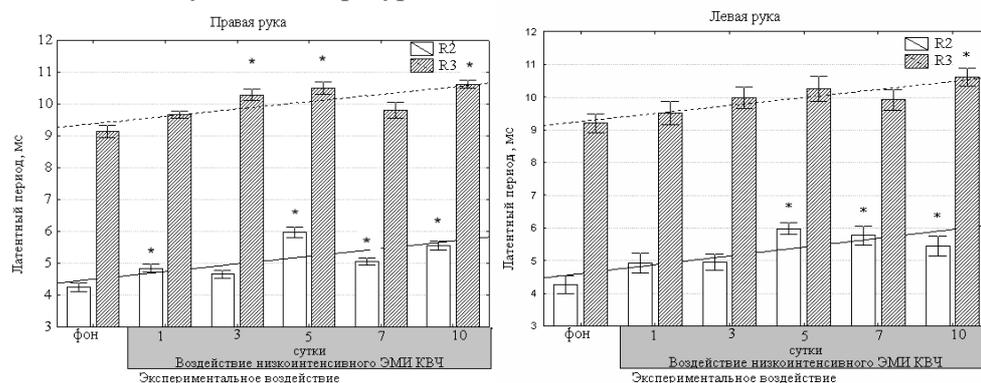


Рис. 2. Изменения длительности латентных периодов R2 и R3 компонент ноцицептивного флексорного рефлекса на правой и левой руках испытуемых при многократном воздействии низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ).

Примечание: * – достоверность различий относительно значений, зарегистрированных до воздействия ЭМИ КВЧ (фон) по критерию Вилкоксона.

При многократном воздействии низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ продолжительность латентного времени НФР экспоненциально возрастало относительно фоновых значений этих показателей. Так, уже после однократного КВЧ-воздействия время латентного периода R2 компоненты НФР на правой руке увеличилось в среднем на 13,13 % ($p < 0,05$), а на левой – имело тенденцию к возрастанию (на 5,11 %; $p > 0,05$). Изменение длительности латентного периода R3 компоненты НФР не были достоверными (см. рис. 2). Наибольшее увеличение латентного периода R2 компоненты НФР отмечалось на 5-е и 10-е сутки КВЧ-воздействия. Так, на 5-е сутки воздействия данного физического фактора время латентных периодов R2 и R3 компонент НФР для правой руки увеличилось на 40,29 % ($p < 0,005$) и 15,41 % ($p < 0,01$), а для левой руки – на 40,36 % ($p < 0,05$) и 14,28 % ($p < 0,05$) соответственно относительно фоновых значений. После 10-кратного воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ эти показатели повысились относительно исходных значений в среднем на 30,59% ($p < 0,01$) и 16,28 % ($p < 0,01$) на обеих руках (см. рис. 2).

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о следующих возможных соотношениях порога НФР с функциями ноцицептивной и антиноцицептивной систем. Так, снижение порога НФР может отражать либо усиление активности ноцицептивной системы, либо ослабление функций антиноцицептивной системы [20, 21]. Наоборот, повышение порога боли и НФР может указывать на снижение активности ноцицептивной системы или усиление работы антиноцицептивной системы [22 – 24].

Таким образом, повышение продолжительности латентного периода НФР после воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ, зарегистрированного в данном

исследовании свидетельствует об уменьшении активности ноцицептивной системы и/или повышении активности основных антиноцицептивных систем организма.

Изменение показателей Пб, Пр и коэффициента Пб/Пр под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.

Как показали результаты исследования, до КВЧ-воздействия Пб для правой и левой руки регистрировался $4,63 \pm 0,89$ мА и $4,96 \pm 0,87$ мА (рис. 3 – А), а Пр – $4,61 \pm 0,91$ мА и $4,82 \pm 0,97$ мА соответственно (рис. 3 – Б). Коэффициент Пб/Пр составил 1,02 усл.ед.(рис. 3- В), что соответствует норме, который у здоровых людей равен примерно 0,9–1,0 [12]. Принято считать, что снижение этого соотношения указывает на несоответствие между субъективной оценкой боли и активностью ноцицептивных и антиноцицептивных механизмов..

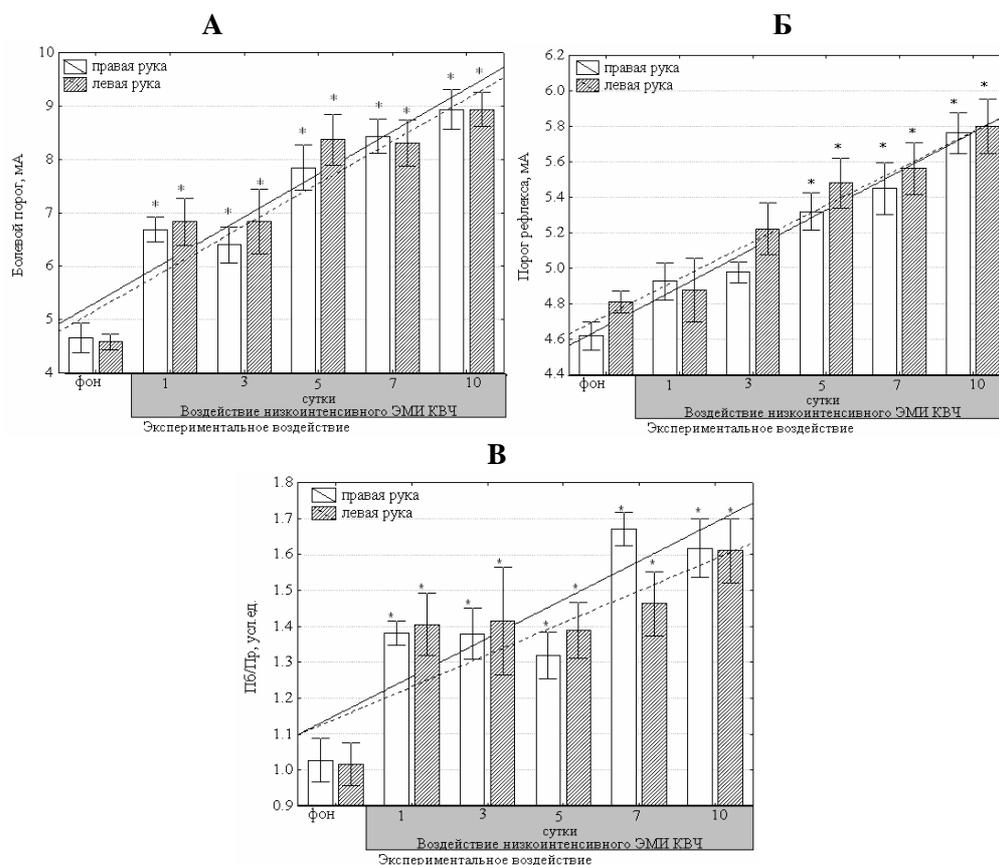


Рис. 3. Изменение болевого порога (А), порога рефлекса (Б) и коэффициента – порог боли/порог рефлекса (Пб/Пр) (В) правой и левой рук испытуемых при многократном воздействии низкоинтенсивного электромагнитное излучение крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ).

Примечание: * - достоверность различий относительно исходных значений (фон) (по критерию Вилкоксона).

При многократном воздействии низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ отмечалось возрастание данных показателей относительно фоновых исходных значений. Так, после однократного воздействия данного физического фактора Пб увеличился на 44,04% ($p < 0,001$) для правой и 37,74% ($p < 0,001$) для левой рук относительно исходных значений этих показателей и составил $6,69 \pm 0,75$ мА для правой и $6,83 \pm 1,32$ мА для левой рук (рис. 3 - А). При этом отмечалась тенденция к увеличению показателя Пр в среднем на 6,80 % ($p > 0,05$) (рис. 3 - Б). Коэффициент Пб/Пр при этом также увеличился в среднем на 25,58 % ($p < 0,01$) и составил в среднем 1,39 усл.ед (рис. 3 - В). Максимальное достоверное повышение Пб отмечались на 10-й день КВЧ-воздействия в среднем на 83,24 % относительно фоновых исходных значений и составили для правой руки $8,71 \pm 0,94$ мА, а для левой руки - $8,94 \pm 0,85$ мА (рис. 3 - А). Показатель Пр также повышался и на 10-й день воздействия данного физического фактора и составил для правой руки $5,74 \pm 0,64$ мА, а для левой - $5,8 \pm 0,75$ мА (рис. 3 - Б). Коэффициент Пб/Пр после воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ достоверно повысился и на 10-й день составил 1,61, т.е. увеличился в среднем на 63,84 % ($p < 0,001$) относительно фоновых значений (рис. 3 - В). По литературным данным [25] это свидетельствует об усилении антиноцицепции на уровне «воротного контроля» боли.

Таким образом, после многократного воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ отмечалось значительное снижение болевой чувствительности, что свидетельствует об уменьшении периферической ноцицептивной афферентации и увеличении антиноцицептивного контроля у испытуемых [12]. В работе Guieu R. и соавт. [26] показано повышение болевых порогов при применении нестероидных противовоспалительных средств (ибупрофен, кетопрофен, аспирин, индометацин), что, может быть, с одной стороны, обусловлено редукцией периферического ноцицептивного фактора (за счет антипростагландинового эффекта), а с другой стороны — центральным антиноцицептивным действием.

Показано выраженное повышение данного коэффициента при действии других физических факторов, например, воздействии углекислотного лазера [27] и продолжительной вибрации [28].

Таким образом, низкоинтенсивное ЭМИ КВЧ вызвало у испытуемых значительное повышение Пб, Пр, а также продолжительности латентного периода НФР.

В различных экспериментальных и клинических исследованиях показано, что изменение показателей НФР связано с изменением активности опиоидной, норадренергической, ГАМК и серотонинергической систем мозга. Доказательством участия опиоидной системы в реализации НФР являются исследования F. Guinmand и соавт. [29], в которых показано повышение порогов НФР морфина и морфиноподобных препаратов. Доказано, что уровень бета-эндорфина в плазме коррелирует с порогом НФР и соответственно с анальгезией [30]. Пороги НФР при исследовании таких препаратов, как клонидин, вальпроат натрия, диазепам, обладающих определенным обезболивающим эффектом повышались, а механизмы антиноцицептивного действия этих препаратов реализуются посредством их влияния на норадренергические (клонидин) и ГАМК-ергические (вальпроат натрия, диазепам) системы, задействованные в работе антиноцицептивной системы мозга [31].

Свидетельства существования участия серотонинергического контроля в реализации НФР широко представлены в результатах исследования на животных [32]. У людей получены только предварительные результаты. Назначение индальпина – вещества, блокирующего обратный захват серотонина (5-НТ), вызывает достоверное повышение порога НФР [33]. Эффекты другого препарата – трициклического антидепрессанта дотепина, ингибирующего обратный захват серотонина и взаимодействующего с 5-НТ2 рецепторами, объясняются его влиянием на диффузный ноцицептивный ингибирующий контроль, что проявляется в значительном повышении порогов боли НФР [32, 34].

В наших предыдущих исследованиях показано, что повышение активности опиодной, норадренергической и серотонинергической систем мозга является основным механизмом антиноцицептивного эффекта низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ [1].

Таким образом, многократное воздействие низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ обладает выраженным антиноцицептивным действием, что выражается в повышении продолжительности латентного периода НФР и Бп. При этом анальгезирующий эффект постепенно повышается и максимальное снижение болевой чувствительности отмечается после десятикратного КВЧ-воздействия. Это может быть связано с кумуляцией действия ЭМИ, которая проявляется в функциональных и морфологических изменениях на разных уровнях живого организма (субклеточном, клеточном, тканевом и пр.) [35], что согласуется с данными других авторов [36, 37] и нашими предыдущими исследованиями [1].

Следовательно, изменение показателей НФР под влиянием курсового воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ свидетельствует об уменьшении периферической ноцицептивной афферентации и повышении активности основных антиноцицептивных систем.

ВЫВОДЫ

1. Под влиянием многократного воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ (7,1 мм, 0,1 мВт/см²) отмечается достоверное увеличение продолжительности латентного периода, болевого порога, порога рефлекса, а также коэффициента порог боли/порог рефлекса НФР относительно исходных значений, что свидетельствует об уменьшении периферической ноцицептивной афферентации и повышении активности основных антиноцицептивных систем.
2. При многократном воздействии низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ продолжительность латентных периодов R2 и R3 компонент НФР достоверно увеличивается, достигая максимума на пятые (в среднем на 40,30 %; $p < 0,005$ и 15,00 %; $p < 0,01$ на правой и левой руках соответственно) и десятые (на 30,59% ($p < 0,01$) и 16,28 % ($p < 0,01$)) сутки КВЧ-воздействия, что свидетельствует о кумуляции действия ЭМИ и выраженном антиноцицептивном эффекте данного физического фактора.
3. При многократном воздействии низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ болевой порог, порог рефлекса и коэффициент – порог боли/порог рефлекса достоверно увеличиваются относительно исходных значений, достигая максимума после 10-

го сеанса КВЧ-воздействия (в среднем на 83,24 % ($p < 0,001$), на 18,29 % ($p < 0,05$) и на 63,84 % ($p < 0,001$) соответственно), что также свидетельствует об уменьшении периферической ноцицептивной афферентации и увеличении антиноцицептивного контроля у испытуемых.

Список литературы

1. Чуян Е.Н. Механизмы антиноцицептивного действия низкоинтенсивного миллиметрового излучения / Е.Н. Чуян, Э.Р. Джелдубаева – Симферополь, 2006. – 458 с.
2. КВЧ-терапия аппаратом “Амфит” в педиатрии / Н.А. Азов, А.В. Карнауков, А.П. Разживин [и др.] // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1999. – № 2 (14). – С. 45-48.
3. Бессонов А.Е. Способ миллиметрово-волновой терапии / А.Е. Бессонов, М.В. Балакирев // Вестник новых медицинских технологий. – 1998. – Т. 5, № 2. – С. 105 – 108.
4. О некоторых возможностях КВЧ-излучения для лечения неврологических больных / М.А. Ронкин, О.В. Бецкий, И.М. Максименко [и др.] // Сб. докл. Междунар. симпози. «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – М.: ИРЭ АН СССР, 1991. – С. 263-266.
5. Вейн А.М. Боль и обезболивание / А.М. Вейн, М.Я. Авруцкий – М.: Медицина, 1997. – 280 с.
6. Комбинированное нейрохирургическое лечение больных с опухолями задней черепной ямки / В.М. Ольхов, С.Я. Волошук, А.Г. Корчинский [и др.] // Украинський нейрохірургічний журнал. – 2001. – Т. 2. – С. 162-163.
7. Болевые синдромы в неврологической практике / Под редакцией А.М. Вейна. – Москва: МЕДпресс-информ, 2001 г. – 368 с.
8. Катаев А.Ю. Принципы обезболивания в послеоперационном периоде / А.Ю. Катаев, А.В. Бабаянц // Русский медицинский журнал. – 2004. – Т. 12, № 7. – С. 479-483.
9. Чахава К.О. Терапия Пиразидолом хронических болевых расстройств пояснично-крестцовой локализации / К.О. Чахава // Русский медицинский журнал. – 2003. – Том 11, №25 (197). – С.1415–1418.
10. Enhanced wind-up of the C-fiber-mediated nociceptive flexor reflex movement following painful diabetic neuropathy in mice / S. Kimura, M. Tanabe, M. Honda [et al.] // J. Pharmacol. Sci. – 2005. – Vol. 97(2). – P. 195–202.
11. Olesen J. 5-Hydroxytryptamin Mechanisms in Primary Headaches. / Olesen J. – PR Saxena: Raven Press 1992. – 384 p
12. Данилов А.Б. Ноцицептивный флексорный рефлекс: метод изучения церебральных механизмов боли (обзор) / А.Б. Данилов, Ал.Б. Данилов, А.М. Вейн // Журн. невропат. и психиатр. им. С.С.Корсакова. – 1996. – № 1. – С. 107–112.
13. Enhanced wind-up of the C-fiber-mediated nociceptive flexor reflex movement following painful diabetic neuropathy in mice / S. Kimura, M. Tanabe, M. Honda [et al.] // J. Pharmacol. Sci. – 2005. – Vol. 97(2). – P. 195–202.
14. Nociceptive withdrawal reflexes evoked by uniform-temperature laser heat stimulation of large skin areas in humans / C.D. Morch, O.K. Andersen, T. Graven-Nielsen [et al.] // J. Neurosci. Methods. – 2007. – Vol. 160(1). – P. 85–92.
15. France C.R. Using normalized EMG to define the nociceptive flexion reflex (NFR) threshold: further evaluation of standardized NFR scoring criteria / C.R. France, J.L. Rhudy, S. McGlone // Pain. – 2009. – Vol. 45, № 1–2. – P. 211–218.
16. Мачерет Е.Л. Руководство по рефлексотерапии / Е.Л. Мачерет, И.З. Самосюк – К.: Выща шк., 1989. – 479 с.
17. Рефлекторные ЭМГ реакции мышц предплечья при ноцицептивном раздражении пальцев руки человека / А.В. Гнездилов, А.В. Сыровегин, С.Е. Плаксин [и др.] // Тезисы Российской научно - практической конференции «Организация медицинской помощи больным с болевыми синдромами». – 1997. – Новосибирск. – С. 45.
18. Гокин А.П. Влияние стимуляции центрального серого вещества на низко- и высокопороговые рефлексы вздрагивания / А.П. Гокин, М.В. Карпухина, Ю.П. Лиманский // Нейрофизиология. – 1989. – Т. 21, № 1.– С. 71–77.

19. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. / Гланц С. – М: Практика, 1999. – 459 с.
20. Langemark M. Decreased nociceptive flexion reflex threshold in chronic tension-type headache / M. Langemark, F.W. Bach, T.S. Jensen, J. Olesen // Arch. Neurol. – 1993. – Vol. 50(10). – P. 1061–1423.
21. Neurophysiologic evidence for a central sensitization in patients with fibromyalgia / J.A. Desmeules, C. Cedraschi, E. Rapiti [et al.] // Arthritis Rheum. – 2003. – Vol. 48(5). – P. 1420–1429.
22. Antonaci F. Neurophysiological studies in chronic paroxysmal hemicrania and hemicrania continua / F. Antonaci, G. Sandrini, A. Danilov, T. Sand // Headache. – 1994. – Vol. 34(8). – P. 479–483.
23. Латышева Н.В. Эффективность венлафаксина при хронической ежедневной головной боли / Н.В. Латышева, Е.Г. Филатова // Лечение нервных болезней. – 2008. – Т. 9, №1 (23). – С. 26–32.
24. In vivo pain-inhibitory role of nociceptin/orphanin FQ in spinal cord / M. Inoue, T. Kawashima, H. Takeshima [et al.] // J. Pharmacol. Exp. Ther. – 2003. – Vol. 305(2). – P. 495–501.
25. Garcia-Larrea L. Clinical use of nociceptive flexion reflex recording in the evaluation of functional neurosurgical procedures / L. Garcia-Larrea, M. Sindou, F. Mauguire // Acta Neurochir. Suppl. – 1989. – Vol. 46. – P. 53–57.
26. Guieu R. Analgesic effect of indomethacin shown using the nociceptive flexion reflex in humans / R. Guieu, O. Bun, J. Pouget, G. Serratrice // Ann. Rheum. Dis. – 1992. – Vol. 51. – P. 391–393.
27. Facilitation of a nociceptive flexion reflex in man by non-noxious laser radiant heat produced by a laser / L. Plaghki, D. Bragard, D. Le Bars [et al.] // J. Neurophysiol. – 1998. – Vol. 79. – P. 2557–2567.
28. Ertekin C. Effect of continuous vibration on nociceptive flexor reflexes / C. Ertekin, D. Akcali // J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. – 1978. – Vol. 41(6). – P. 532–537.
29. The effects of ketamine on the temporal summation (wind-up) of the RIII nociceptive reflex and pain in humans / F. Guinmand, X. Dupont, L. Brasseur [et al.] // Anesth. Analg. – 2000. – Vol. 90. – P. 408–414.
30. Willer J.C. Nociceptive flexion reflexes as a tool for pain research in man / J.C. Willer // Adv. Neurol. – 1983. – Vol. 39. – P. 809–827.
31. Coquoz D. Central analgesic effects of desipramine, fluvoxamine, and moclobemide after single oral dosing: a study in healthy volunteers / D. Coquoz, H.C. Porchet, P. Dayer // Clin. Pharmacol. Ther. – 1993. – Vol. 54(3). – P. 339–344.
32. Interaction of serotonin and norepinephrine in spinal antinociception / Z.H. Zhang, S.W. Yang, J.Y. Chen [et al.] // Brain Res. Bull. – 1995. – Vol. 38(2). – P. 167–171.
33. Prolonged gum chewing evokes activation of the ventral part of prefrontal cortex and suppression of nociceptive responses: involvement of the serotonergic system / K. Kamiya, M. Fumoto, H. Kikuchi [et al.] // J. Med. Dent. Sci. – 2010. – Vol. 57(1). – P. 35–43.
34. Standardizing procedures to study sensitization of human spinal nociceptive processes: comparing parameters for temporal summation of the nociceptive flexion reflex (TS-NFR) / E.L. Terry, C.R. France, E.J. Bartley [et al.] // Int. J. Psychophysiol. – 2011. – Vol. 81(3). – P. 263–274.
35. Девятков Н.Д. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. / Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. – М.: Радио и связь, 1991. – 168 с.
36. Авелев В.Д. Стимулирующее влияние электромагнитных волн миллиметрового диапазона нетепловой мощности на органотипические культуры спинальных ганглиев куриных эмбрионов / В.Д. Авелев, Г.Н. Акоев, Н.И. Чалисова, М.И. Людынс // Сб. докл. Межд. симпоз. «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – М.: ИРЭ АН СССР, 1991. – С. 381–386.
37. Берус А.В. Особенности изменений параметров спектра ЭЭГ в ходе КВЧ-терапии у больных гипертонической болезнью с разными типами гемодинамики / А.В. Берус, А.Е. Столбиков, О.В. Шмаль, П.Я. Гапонюк // Сб. докладов Международного симпозиума «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – М.: ИРЭ АН СССР, 1991. – Т. 1. – С. 114–119.

Чуян О.М. Зміна показників ноцицептивної флексорного рефлексу під впливом низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надвисокої частоти / **О.М. Чуян, Е.Р. Джелдубаєва, Н.С. Трибрат** // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2012. – Т. 25 (64), № 4. – С. 220-229.

Показана динаміка зміни показників ноцицептивного флексорного рефлексу під впливом низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надвисокої частоти (ЕМВ НВЧ; 7,1 мм, 0,1 мВт/см²) при електронейромиографическом дослідженні верхніх кінечностей людини. Показано, що під впливом багаторазового впливу ЕМВ НВЧ тривалість латентних періодів R2 і R3 компонент ноцицептивного флексорного рефлексу, больовий поріг, поріг рефлексу і коефіцієнт (поріг болю / поріг рефлексу) достовірно збільшуються відносно фонових значень, що свідчить про ослаблення ноцицептивних впливів і посиленні антиноцицепції.

Ключові слова: низькоінтенсивне електромагнітне випромінювання надвисокої частоти, ноцицептивної флексорний рефлекс, больовий поріг.

Chuyan E.N The change of nociceptive flexor reflex data under the influence of low-intensity electromagnetic radiation extremely high frequency / **E.N. Chuyan, E.R. Dzheldubaeva, N.S. Tribat** // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2012. – Vol. 25 (64), No 4. – P. 220-229.

It is shows the dynamics of change nociceptive flexion reflex data under the influence of low-intensity electromagnetic radiation extremely high frequency (EMR EHF, 7.1 mm, 0.1 mW/cm²) by the study of hands with electroneuromyographic survey. It is shown that under influence of multiple exposure EMR EHF the latencies R2 and R3 components of the nociceptive flexion reflex, pain threshold, threshold of reflex and the coefficient (the threshold of pain / threshold of reflex) was significantly increased relative of benchmark data, indicating a weakening of nociceptive effects and enhancing of antinociception

Keywords: low-intensity electromagnetic radiation of extremely high frequency, nociceptive flexor reflex, threshold of pain.

Поступила в редакцію 26.11.2012 г.