

УДК 612.135:528.811+537-96

© Е.Н. Чуян, М.Ю. Раваева, Н.С. Трибрат, 2012.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ МИКРОСОСУДИСТОГО ЭНДОТЕЛИЯ

Е.Н. Чуян, М.Ю. Раваева, Н.С. Трибрат*Кафедра физиологии человека и животных и биофизики (зав. каф. – д.б.н., проф. Е. Н. Чуян) Таврического национального университета им. В. И. Вернадского, г. Симферополь*

INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC RADIANCE OF A MILLIMETRIC RANGE ON FUNCTIONAL ACTIVITY OF A MICROVASCULAR ENDOTHELIUM

E.N. Chujan, M.Yu. Ravaeva, N.S. Tribat

SUMMARY

In the article is presented, that electromagnetic radiation of millimetric range increases of functional microvascular endothelium activity by means of NO-dependent processes.

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ НА ФУНКЦІОНАЛЬНУ АКТИВНІСТЬ МІКРОСУДИННОГО ЕНДОТЕЛІЯ

Є.М. Чуян, М.Ю. Раваева, М.С. Трибрат

РЕЗЮМЕ

У дослідженні показано, що електромагнітне випромінювання міліметрового діапазону збільшує функціональну активність мікросудинного ендотелію за рахунок активації NO-залежних процесів.

Ключевые слова: микроциркуляция, эндотелий, ЭМИ КВЧ, оксид азота.

В настоящее время изучению вопросов системы микроциркуляции крови, а также проблемам влияния на процессы микрогемодинамики факторов различной природы и интенсивности уделяется большое внимание. Среди таких факторов наиболее интенсивно изучаются электромагнитные излучения (ЭМИ) крайневысокочастотного (КВЧ) диапазона низкой интенсивности, поскольку они обладают выраженной биологической активностью, а эффекты их действия могут быть обусловлены, в том числе, изменением функционирования системы микроциркуляции крови. Большой интерес представляет также исследование возможных мишеней ЭМИ КВЧ в системе микроциркуляции, что позволит значительно расширить представления о механизмах биологического действия этого физического фактора. Следовательно, целью настоящего исследования явилось изучение микрогемодинамических процессов при действии низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ и выявление основных механизмов, лежащие в их основе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 70 студентов-волонтеров женского пола в возрасте 21-23 года, условно здоровых. КВЧ-воздействие осуществлялось по описанной ранее методике [1]. Реакции микрососудистого эндотелия на ионофоретическое введение ацетилхолина хлорида (АХ) и нитропруссид натрия (НП) исследовали с использованием фармакологической пробы, которую проводили до воздей-

ствия ЭМИ КВЧ, а также сразу после окончания первого, пятого и десятого сеансов КВЧ-воздействия с помощью анализатора микроциркуляции крови «ЛАКК-02» и прибора для проведения функциональных проб «ЛАКК-ТЕСТ» (Россия, «Лазма») с использованием ионофоретического пробника по следующей схеме: регистрация исходного уровня тканевого кровотока в течение 1-й минуты ® регистрация кровотока во время проведения ионофореза 1% раствором АХ в течение 3-х минут при силе тока 5 мкА ® регистрация динамики перфузии в период восстановления после ионофореза в течение 6-ти минут. По аналогичной схеме проводили фармакологическую пробу с 1% раствором НП.

Для оценки состояния системы синтеза оксида азота в плазме крови волонтеров до и после 10-ти сеансов КВЧ-воздействия определяли величины биохимических показателей, характеризующих интенсивность обмена L-аргинина по двум альтернативными путями метаболизма (неокислительному аргиназному и окислительному NO-синтазному) по [2].

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием пакета Microsoft Excel и программного пакета «STATISTICA–8.0». Оценка достоверности внутригрупповых различий полученных данных проводилась с использованием критерия Вилкоксона, межгрупповых различий – с помощью U-теста Манна-Уитни. Внутри- и межгрупповые различия считались достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты настоящего исследования свидетельствуют, что при курсовом КВЧ-воздействии наблюдалось увеличение функциональной активности микрососудистого эндотелия. Так, после первого, пятого и десятого сеансов КВЧ-воздействия происходил рост уровня функциональной активности эндотелия (ФАЭ) на 48,39% ($p \leq 0,05$), 78,76% ($p \leq 0,05$) и 63,98% ($p \leq 0,05$) соответственно. Кроме того, уже в период восстановления после первого сеанса КВЧ-воздействия отмечалось увеличение амплитуд эндотелиальных ритмов Аэ(АХ/НП) на 35,20% ($p \leq 0,05$). После пятого и десятого сеансов воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ отмечался прирост данного показателя, как в период проведения ионофореза, так и в период восстановления максимально на 51,71% ($p \leq 0,05$) и 33,94% ($p \leq 0,05$) соответственно. Об этом свидетельствует увеличение резерва капиллярного кровотока (РКК) при ионофорезе АХ после пятого и десятого сеансов воздействия ЭМИ КВЧ на 41,55% ($p \leq 0,05$) и 37,95% ($p \leq 0,05$) соответственно относи-

тельно фоновых значений данного показателя. Динамика показателя РКК(НП) и Аэ(НП) при действии ЭМИ КВЧ характеризовалась лишь тенденцией к росту.

Таким образом, низкоинтенсивное ЭМИ КВЧ способствует увеличению показателей Аэ(АХ), РКК(АХ) и ФАЭ, характеризующих функциональную активность эндотелия, причем реакция на действие АХ была более выраженная, чем на НП. Поскольку известно, что АХ вызывает активацию ферментных систем, локализованных в эндотелии, способствуя высвобождению NO эндотелиоцитами, который, воздействуя на гладкомышечные клетки сосудов, приводит к вазодилатации и увеличению потока крови. В то же время реакция на НП как донор NO отражает релаксацию сосудов, вызванную непосредственным действием препарата на гладкую мускулатуру. Следовательно, отмечаемое прогрессирующее увеличение показателей ФАЭ и Аэ(АХ/НП), а также Аэ(АХ), РКК(АХ) и при курсовом КВЧ-воздействии свидетельствует об увеличении активности микрососудистого эндотелия, что проявилось в увеличении генерации NO в ответ на действие ЭМИ КВЧ.

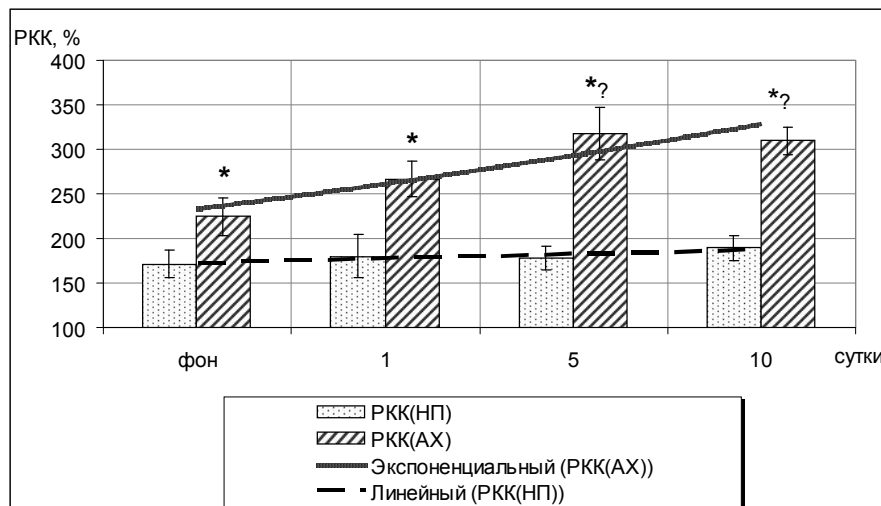


Рис. 1. Динамика реакции кожного кровотока при проведении ионофоретической пробы с ацетилхолином (РКК(АХ)) и нитропруссидом (РКК(НП)) до, после первого и десятого воздействий низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.

Примечание: * – достоверность различий ($p \leq 0,05$) между показателями РКК(АХ) и РКК(НП) по критерию Манна-Уитни; Д – достоверность различий ($p \leq 0,05$) относительно исходных значений РКК(АХ), по критерию Вилкоксона

Подтверждением этому является исследование в плазме крови биохимических показателей, характеризующих интенсивность обмена L-аргинина по двум альтернативным путям метаболизма (неокислительному аргиназному и окислительному NO-синтазному) после 10-тикратного КВЧ-воздействия, которое показало снижение содержания нитрит-аниона на 53,8% ($p \leq 0,05$) и нитрат-аниона на 53% ($p \leq 0,05$), подтвердило значительное повышение активности суммарной NO-синтазы (NOS) на 356% ($p \leq 0,05$) и повышение активности конституционного *de novo* синтеза NO (сNOS) (на 425%, $p \leq 0,05$). По-

скольку повышение сNOS сопровождается достоверным снижением циркулирующих пулов нитрит- и нитрат-анионов можно предположить стимуляцию нитритредуктазного пути (реутилизационного) образования оксида азота (восстановление нитрит-аниона в оксид азота) одновременно с активацией конституционного *de novo* синтеза NO (рис. 2).

Результаты настоящего исследования указывают на то, что ЭМИ КВЧ значительно и избирательно повышает окислительный метаболизм аргинина, приводящий к синтезу оксида азота за счёт высокоспецифической активации его окислительного конститутивного (Ca²⁺-зависимого) *de novo* синтеза.

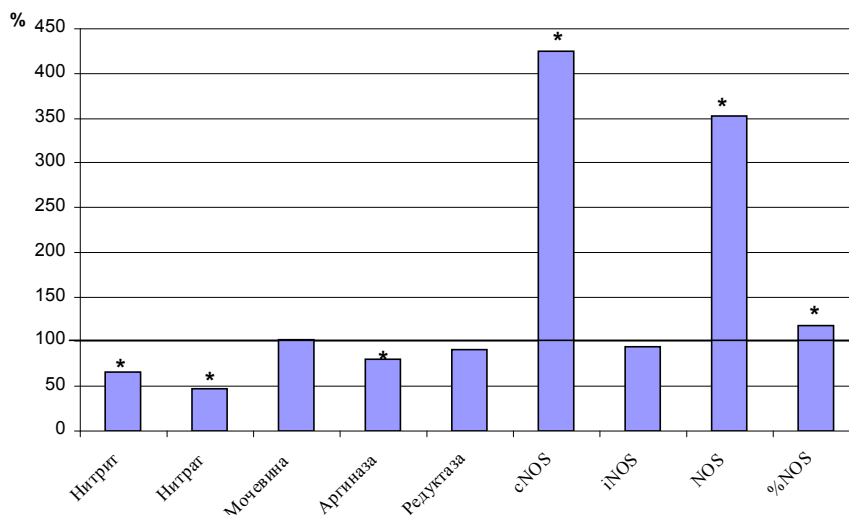


Рис. 2. Показатели системы синтеза оксида азота в крови волонтеров (%) относительно исходных показателей, принятых за 100 %.

Примечание: * - достоверность различий показателей при $p \leq 0,05$.

Таким образом, результаты настоящего исследования позволили установить, что при действии ЭМИ КВЧ происходит увеличение функциональной активности сосудистого эндотелия за счет активации NO-зависимых процессов.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что электромагнитное излучение крайне высокой частоты увеличивает функциональную активность микроциркуляторного эндотелия.

2. Механизм действия электромагнитного излучения крайне высокой частоты реализуется за счет увеличения конституционного кальций зависимого синтеза NO.

ЛИТЕРАТУРА

- Трибрат Н.С. Влияние электромагнитных излучений различного диапазона на процессы микроциркуляции крови [Текст] / Н.С. Трибрат, Е.Н. Чуян, М.Ю. Раваева // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2010. – Т 9 (35), №3. – С. 15-27
- Богдановська Н.В. Синтез оксиду азоту у період довгострокової адаптації до інтенсивної м'язової роботи у спортсменок [Текст] / Н.В. Богдановська, Г.М. Святодух, А.В. Коцюруба, Ю.П. Коркач, М.В. Маліков // Фізіол. журн. – 2009. – Т.55, №3. – С. 94-99.