

БИОФИЗИКА

УДК 577.37

А. С. Оганесян, А. В. Гаспарян, С. И. Варданян, Р. С. Авакян,
академик НАН Армении С. С. Оганесян

**Реактивность эритроцитов к миллиметровым электромагнитным
волнам при ишемической болезни сердца**

(Представлено 17/X 1995)

Несмотря на широкое применение миллиметровых электромагнитных волн (ММВ) нетепловой интенсивности в терапии ряда заболеваний вопрос об эффективности лечения сердечно-сосудистых заболеваний ММВ остается невыясненным (1,2). Недостаточно изучены также возможности использования эффектов ММВ на кровь в диагностике. Определение биофизических параметров клеток крови способствует внедрению высокочувствительных методов диагностики и прогноза заболевания на клеточно-молекулярном уровне. В настоящей работе сделана попытка на основе определения степени модуляции кинетических параметров кислотного гемолиза эритроцитов под воздействием ММВ выявить чувствительность доноров и больных ишемической болезнью сердца (ИБС) к ММВ.

Исследовались эритроциты у 26 больных (22 мужчин и 4 женщины) ишемической болезнью сердца и у 12 доноров (6 мужчин и 6 женщин). Гемолиз эритроцитов проводился на первый и седьмой день госпитализации. Кровь (100 мкл) забирали утром натощак из пальца и разбавляли в отношении 1:10 в изотоническом растворе в присутствии 25 ед гепарина. Кислотный гемолиз проводили в рабочей камере агрегометра до и после двухчасовой инкубации при температуре $+37^{\circ}\text{C}$ при постоянном перемешивании. Кровь инкубировали в двух кюветах, одну из которых подвергали двухчасовому облучению ММВ аппаратом "Арцах-2NG" (Институт радиофизики НАН РА) с мощностью потока 0,01 мкВт, при длине волн от 3 до 8 мм, а вторая кювета с цельной кровью являлась контрольной. Для проведения автоматической регистрации кислотного гемолиза из каждой кюветы брали по 20 мкл крови и впрыскивали в рабочую кювету агрегометра, содержащую 500 мкл гемолитической среды (0,9 NaCl 15 mM Трис/HCl, pH 2,2). Константу скорости гемолиза низкостойких (КСН) и высокостойких (КСВ) эритроцитов определяли по тангенсу угла на прямолинейных участках кривой гемолиза. Прямо-

линейная зависимость величины КСН от процента низкостойких и КСВ от процента высокостойких эритроцитов позволяет определить их количество в каждой пробе.

Реактивность эритроцитов к ММВ определяли степенью изменения величины КСН под воздействием ММВ по отношению к контролю.

Степень тяжести заболевания фиксировали на основе эхо- и кардиограмм. Статистическую оценку различий групп проводили непараметрическим критерием Вилкоксона — Манна — Уитни (3). Результаты, не удовлетворяющие уровню достоверности ($p = 0,05$), отвергались.

Статистически достоверных различий в величине КСН эритроцитов доноров ($0,94 \pm 0,07$) и больных ИБС ($1,06 \pm 0,09$) до начала облучения ММВ в инкубации не было выявлено. У больных ИБС с первого на седьмой день лечения отмечено увеличение реактивности к ММВ (таблица).

При хронической коронарной недостаточности отмечены глубокие структурные перестройки в липидном спектре мембран эритроцитов, что приводит к нарушениям состояний Na^+ , K^+ -АТФазы и накоплению ионов натрия и кальция при одновременном уменьшении внутриклеточного калия (4). Снижение внутриклеточного АТФ в эритроците вызывает сложный комплекс структурно-функциональных изменений, повышается ассоциация белка спектрина с компонентами мембраны, что повышает резистентность эритроцитов к разным типам гемолиза (5,6). По-видимому, отсутствие реактивности эритроцитов крови у больных ИБС на первый день обследования определяется низким уровнем АТФ в эритроцитах и указывает на тяжесть заболевания. С улучшением общего состояния больного нормализуются уровень АТФ, ионов кальция в клетке и значение поверхностного потенциала, о чем свидетельствует увеличение КСН после двухчасовой инкубации эритроцитов с ММВ *in vitro*.

Реактивность эритроцитов к ММВ у доноров и больных ИБС
(в % от числа обследованных) в процессе лечения

Параметр	Реактивность эритроцитов к ММВ
Доноры	83%
Больные ИБС до лечения	45%
после лечения	84%

Ранее показано (7), что под влиянием облучения ММВ нетепловой интенсивности скорость потребления глюкозы в эритроците *in vitro* поддерживается на первоначальном уровне и не подвергается изменению за период двухчасовой инкубации. Предполагается, что ММВ активируют энергетический метаболизм путем влияния на плазматическую

мембрану эритроцитов у больных ИБС. Следовательно, замедление перехода более стойких эритроцитов в менее стойкие за период двухчасовой инкубации может быть обусловлено поддержанием гомеостаза эритроцитов и особенно мембранного поверхностного заряда под воздействием ММВ. В то же время под воздействием ММВ отмечено ускорение этого перехода и увеличение КСН после инкубации. Как показано в той же работе (7), разнонаправленность изменения интенсивности флуоресценции при разных длинах волн (7,1 и 5,6 мкм) свидетельствует о специфичности восприятия мембраной эритроцитов больных ИБС радиоволн. В нашем случае разнонаправленность изменения константы скорости гемолиза происходит под влиянием шумового сигнала ММВ и указывает на то, что эритроциты выбирают нужную им частоту для регулирования биоэнергетических процессов, что, в свою очередь, определяется уровнем активности функционирующих систем. Возможно, что реактивность эритроцитов к ММВ обусловлена наличием в крови высокостойких к кислотному гемолизу эритроцитов, что может определять чувствительность человека к ММВ.

Таким образом, увеличение абсолютной величины реактивности эритроцитов к ММВ может служить критерием улучшения состояния больного ИБС; разнонаправленность изменения КСН, обнаруживаемой при слабых воздействующих дозах ММВ, вероятно, определяется уровнем активности биоэнергетических процессов в эритроцитах.

Институт кардиологии МЗ РА

Ա. Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Լ. Վ. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ, Ս. Ի. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Ռ. Ս. ԱՎԱԳՅԱՆ,
Հայաստանի ԳԱԱ ակադեմիկոս Ա. Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

Էրիթրոցիտների ռեակտիվությունը միլիմետրային էլեկտրամագնիսական ալիքների նկատմամբ սրտի իշեմիկ եիվանդության ընթացքում

Հետազոտվել է միլիմետրային էլեկտրամագնիսական ալիքների (ՄՀԱ) ոչ ջերմային ազդեցությունը դոնորների և սրտի իշեմիկ հիվանդների էրիթրոցիտների թթվային հեմոլիզի կինետիկական չափանիշների վրա: Էրիթրոցիտների երկժամյա ճառագայթումը (3-ից 8 մմ ալիքի երկարությամբ, 0.01 մկվտ հզորությամբ) իրականացվել է իզոտոնիկ միջավայրում *in vitro* պայմաններում: Ցածր դիմադրողականությամբ էրիթրոցիտների հեմոլիզի արագության գործակիցը եղել է՝ $0,94 \pm 0,07$ դոնորների մոտ և $1,06 \pm 0,09$ հիվանդների մոտ: Բուժման ընթացքում նկատվել է հիվանդների էրիթրոցիտների ռեակտիվության բարձրացում ՄՀԱ-ի նկատմամբ: Հնարավոր է, որ մարդու զգացողությունը ՄՀԱ-ի նկատմամբ պայմանավորված լինի արյան մեջ ցածր դիմադրողականություն ունեցող էրիթրոցիտների առկայությամբ: Այսպիսով, ՄՀԱ-ի նկատմամբ էրիթրոցիտների ռեակտիվության աճը կարող է հանդիսանալ սրտի իշեմիկ հիվանդների ընդհանուր վիճակի բարելավման նախանշան:

ЛИТЕРАТУРА – ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1 П. Я. Галонюк, А. В. Столбков, Т. Ю. Шерковина и др., Вопр. курортологии, физиотерапии и ЛФК, № 3, с. 14-16, 1988. 2 В. Ф. Лукьянов, Т. Б. Реброва, Н. С. Робустова, в кн.: Применение КВЧ излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. Тезисы докладов 13-15 ноября, г. Звенигород, М., Меди-

цина, 1989. ³ Е. В. Гублер, А. А. Гелкин, Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях, Медицина, 1973. ⁴ А. Н. Кокарев, Ю. И. Кардаков, Кардиология, № 7, с. 21-24 (1991). ⁵ Л. К. Стук, В. М. Куракса, О. И. Гордиенко и др., Гематология и трансфузиология, № 4, с. 44-48, 1988. ⁶ I. Goto, T. Shimizu, Y. Maede, Comp. Biochem. Physiol., April, v. 101(3), p. 657-660 (1992). ⁷ В. Ф. Лукьянов, Л. Н. Гончаров, Н. И. Синицын и др., в кн.: Биологическое действие миллиметровых волн, М., Медицина, 1988.