

© Коллектив авторов, 2016  
УДК 340.624.1

Масляков В.В., Суханова О.А., Барсуков В.Г., Куркин К.Г., Суханов С.А.

## **Коррекция реологических свойств крови при колото-резаных ранениях груди с помощью электромагнитных колебаний миллиметрового диапазона**

Филиал частного учреждения образовательной организации высшего образования «Медицинский университет «Реавиз» в г.Саратов Министерства образования и науки РФ, 410012, ул. Верхний рынок, корпус 10, Саратов, Россия, e-mail: maslyakov@inbox.ru

**Цель исследования** — оценить влияние электромагнитных колебаний крайне высокой частоты (КВЧ) миллиметрового диапазона на реологические свойства крови у пациентов с проникающими колото-резаными ранениями груди без повреждения внутренних органов в течение 10 дней послеоперационного периода. **Методы.** Исследовали 3 группы раненых и здоровых мужчин (средний возраст  $35 \pm 2$  года): 10 пациентов с ранениями груди без облучения, 12 раненых пациентов, которые подвергались КВЧ-терапии, и 15 относительно здоровых доноров-добровольцев. Определяли вязкость крови, индекс деформации и агрегации эритроцитов. **Результаты.** У раненых вязкость крови увеличивалась на 40–45% по сравнению со здоровыми, а применение КВЧ ускоряло восстановление этого показателя. Пациенты хорошо переносили данную процедуру; облучение не вызывало побочных эффектов. **Заключение.** КВЧ-терапия у пациентов с колото-резаными ранениями груди стимулирует более быстрое восстановление реологических свойств крови и может быть рекомендована для комплексного лечения больных с ранениями.

**Ключевые слова:** колото-резаные ранения груди, реология крови, послеоперационный период, электромагнитные колебания миллиметрового диапазона.

**Для цитирования:** Масляков В.В., Суханова О.А., Барсуков В.Г., Куркин К.Г., Суханов С.А. Коррекция реологических свойств крови при колото-резаных ранениях груди с помощью электромагнитных колебаний миллиметрового диапазона. Патогенез. 2016; 14(3): 71-75.

**Для корреспонденции:** Масляков Владимир Владимирович, докт. мед. наук, профессор. Филиал частного учреждения образовательной организации высшего образования «Медицинский университет «Реавиз» в г.Саратове Министерства образования и науки РФ, Саратов, Россия, e-mail: maslyakov@inbox.ru

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 17.05.2016

Maslyakov V.V., Suhanova O.A., Barsukov V.G., Kurkin K.G., Suhanov S.A.

## **Correction of blood rheology properties with chest stab wounds by electromagnetic waves of millimeter range**

The branch of private educational institution of the higher education «Medical university «REAVIZ» in the city of Saratov of Ministry of Education and Science of the Russian Federation. e-mail: maslyakov@inbox.ru

**The purpose of research** — to study the influence of electromagnetic waves of extremely high frequency (EHF) millimeter wave on blood rheology in patients with penetrating stab wounds to the chest without internal injuries within of the 10 days postoperative period. **Methods.** Three groups of men (average age 35 years) were studied: 10 of the wounded patients without irradiation; 12 patients with application of EHF-therapy, and 15 relatively healthy volunteer donors of the same age and sex. Determined the blood viscosity, deformation index and the aggregation of red blood cells. **Results.** In injured patients the blood viscosity increased by 40–45% compared with healthy, and the use of EHF accelerated recovery of this indicator. Patients tolerated the procedure and irradiation did not cause any side effects. **Conclusion.** EHF-therapy in patients with stab wounds to the chest promotes more rapid recovery of blood rheological properties and does not cause side effects.

**Keywords:** stab wounds of the chest, blood rheology, the postoperative period, electromagnetic waves of millimetric range.

**For citation:** Maslyakov V.V., Suhanova O.A., Barsukov V.G., Kurkin K.G., Suhanov S.A. Correction of blood rheology properties with chest stab wounds by electromagnetic waves of millimeter range. Patogenez. 2016; 14(3): 71-75 (In Russian).

**For correspondence:** Maslyakov Vladimir Vladimirovich — Ph.D., professor. The branch of private educational institution of the higher education «Medical university «REAVIZ» in the city of Saratov of Ministry of Education and Science of the Russian Federation. e-mail: maslyakov@inbox.ru

**Funding.** The study had no sponsorship.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Received** 17.05.2016

## Введение

В настоящее время травматические повреждения являются основной причиной смерти, а также временной и стойкой нетрудоспособности у лиц моложе 40 лет. В структуре травматических повреждений ранения груди (РГ) составляют 35—50%. Проникающие колото-резаные и огнестрельные ранения встречаются в 12% случаев. Ранения грудной клетки сопровождаются большим количеством осложнений, для них до сих пор характерны высокая летальность на месте происшествия и в лечебных учреждениях, а результаты лечения не всегда удовлетворительны [1—5]. Известно, что в развитии осложнений немаловажная роль отводится нарушениям реологических свойств крови [6]. С целью коррекции подобных изменений в настоящее время предложено облучение электромагнитными колебаниями с крайне высокой частотой (КВЧ) миллиметрового диапазона [7]. Вместе с тем, исследования, связанные с применением КВЧ-терапии для коррекции реологических свойств крови при РГ отсутствуют.

*Цель исследования* состояла в изучении влияния КВЧ-терапии на реологические свойства крови у пациентов с колото-резаными ранениями груди.

## Методика

Экспериментальную группу составили 22 пациента, мужчин, с проникающими колото-резаными РГ без повреждения внутренних органов и объемом кровопотери 200—500 мл. Все пациенты находились на лечении в хирургическом стационаре городской больницы №9 г. Грозного Чеченской республики. Согласно шкале тяжести состояния APACHE II, сумма баллов пострадавших составила от 12 до 19. Средний возраст составил  $35 \pm 2$  года. Всем больным была выполнена первичная хирургическая обработка и дренирование плевральной полости. Критериями включения были: наличие проникающего ранения грудной клетки, наличие малого гемоторакса (скопление крови в плевральном синусе 200—500 мл). Критериями исключения: наличие кровопотери более 500 мл, наличие сочетанных и множественных повреждений.

Раненые были разделены на две подгруппы: в первую вошли 10 раненых человек без применения КВЧ-терапии, во 2-ю группу — 12 раненых пациентов с применением КВЧ-терапии. В качестве контроля исследовали 15 относительно здоровых доноров-добровольцев того же возраста и пола.

При определении степени кровопотери учитывались следующие факторы: артериальное давление, центральное венозное давление (ЦВД), которое определяли с помощью прямого способа измерения венозного давления по Moritz и Tabora, пульс, диурез, количество гемоглобина, дефицит объема циркулирующей крови (ОЦК). Дефицит ОЦК определяли по методу предложенным Moore [8], объем кровопотери вычисляется по формуле с учетом гематокрита (Ht):  $V = \text{ОЦК}_{\text{дх}} (\text{Ht}_{\text{д}} - \text{Ht}_{\text{ф}}) / \text{Ht}_{\text{д}}$ , где V — объ-

ем кровопотери (мл), ОЦК — должный ОЦК (мл),  $\text{Ht}_{\text{д}}$  — должный Ht,  $\text{Ht}_{\text{ф}}$  — фактический Ht. ОЦК вычислялся следующим образом: 60—65 мл на 1 кг массы тела у женщины и 70—75 мл на 1 кг массы тела у мужчин. У всех пациентов гемотрансфузию не проводили, объем инфузионной терапии был сопоставим в обеих группах.

Для оценки реологических свойств крови осуществляли забор крови в условиях стационара из кубитальной вены с добавлением 3,8% раствора цитрата натрия в соотношении 9:1 на первые, третьи, пятые, седьмые и десятые послеоперационные сутки, объем забранной крови составлял 2—3 мл.

Изменения реологии крови оценивали по вязкости крови, индексу деформации и агрегации эритроцитов (ИДЭ и ИАЭ). Изучение вязкости крови проводили при помощи ротационного вискозиметра АКР-2 при скоростях сдвига: 200; 100; 150; 50 и 20  $\text{с}^{-1}$ . Реологические исследования проводили не позднее 2,5 часов от момента взятия образца крови у больного, а измерение начинали при скорости сдвига 200  $\text{с}^{-1}$ . Образцы исследуемого материала в объеме 0,85 мл заливали в пластмассовую ячейку, термостатировали в течение 5 минут в специализированных ячейках анализатора, после чего в ячейку, заполненную кровью, опускали металлический цилиндр под углом 45°. Основным критерием правильного заполнения измерительной камеры считали способность цилиндра свободно плавать в образце при отсутствии пузырей воздуха в зазоре между цилиндром и стенкой измерительной ячейки. Общее время исследования образца цельной крови не превышало 10—15 минут. Измерения проводились в условиях постоянной температуры 37°C в измерительной ячейке, что способствовало более точному исследованию. На основании полученных данных проводили определение ИДЭ и ИАЭ [9].

Агрегация эритроцитов (образование линейных агрегатов — монетных столбиков) — один из основных показателей вязкости крови, поэтому определение ее вклада в изменения вязкостных характеристик весьма важно. ИАЭ рассчитывали как частное от деления величины вязкости крови, измеренной при скорости сдвига 20  $\text{с}^{-1}$ , на величину вязкости крови, измеренной при сдвиге 100  $\text{с}^{-1}$ .

Деформируемость эритроцитов является одним из важнейших свойств, определяющих способность эритроцитов проходить через сосуды, диаметр которых соизмерим с их размерами. ИДЭ рассчитывали как отношение величины вязкости крови, измеренной при скорости сдвига 100  $\text{с}^{-1}$ , к значению вязкости крови, измеренной при скорости сдвига 200  $\text{с}^{-1}$  [9].

Гематокритный показатель определялся центрифугированием в капилляре стабилизированной гепарином крови [10]. Эффективность доставки кислорода к тканям определяли по величине отношения гематокритного числа к вязкости крови при скорости сдвига 200  $\text{с}^{-1}$  [11]. Исследования проводили в момент поступления, на первые, третьи, пятые, седьмые и десятые послеоперационные сутки.

Облучение пациентов проводили электромагнитными волнами на частотах молекулярного спектра оксида азота 150,176—150,664 ГГц и атмосферного кислорода 129,0 ГГц на участок кожи площадью 3 см<sup>2</sup> над областью разреза. Излучатель электромагнитных волн располагался на расстоянии 1,5 см над поверхностью тела. В случае использования излучателя «НО» мощность излучения составляла 0,7 мВт, а плотность мощности, падающей на участок кожи размером 3 см<sup>2</sup>, равнялась 0,2 мВт/см<sup>2</sup>. Доза облучения опреде-

лялась плотностью мощности, падающей на кожу, и заданным временем облучения. Продолжительность облучения составляла 15 минут за один сеанс с 1-го по 5-й послеоперационные дни в течение 5 дней. Для облучения использовали переносной медицинский аппарат терагерцевой терапии «Орбита», разработанный в ОАО «Центральный научно-исследовательский институт измерительной аппаратуры» (г.Саратов) (регистрационное удостоверение № ФСР 2009/05497, лицензия № 99-03-002043 от 7 июня 2010).

Таблица 1

**Влияние КВЧ-терапии на реологические свойства крови у пациентов с РГ в первые послеоперационные сутки**

Показатели	Группы		
	Относительно здоровые (n = 15)	Пациенты с ранениями (n = 10)	Раненые + КВЧ-терапия (n = 12)
Вязкость крови (мПа х с) при:			
200 с <sup>-1</sup>	3,94 ± 0,15	6,94 ± 0,6*	5,92 ± 0,8*
150 с <sup>-1</sup>	4,22 ± 0,15	7,21 ± 0,1*	6,20 ± 0,15*
100 с <sup>-1</sup>	4,89 ± 0,16	7,87 ± 0,36*	6,88 ± 0,26*
50 с <sup>-1</sup>	4,95 ± 0,11	6,96 ± 0,21*	6,93 ± 0,31*
20 с <sup>-1</sup>	5,35 ± 0,13	8,34 ± 0,23*	7,36 ± 0,43*
ИАЭ (у.е.)	1,30 ± 0,06	1,30 ± 0,01	1,31 ± 0,42
ИДЭ (у.е.)	1,08 ± 0,03	1,09 ± 0,01	1,09 ± 0,32
Гематокрит, %	41,52 ± 0,52	41,54 ± 2,12	41,53 ± 1,56
Степень эффективности доставки кислорода к тканям, усл. ед.	10,0 ± 0,16	10,4 ± 0,18	10,1 ± 0,18
Примечание. Здесь и далее: РГ — больные с ранениями груди; ИАЭ и ИДЭ — соответственно индексы агрегации и деформации эритроцитов; * p<0,05 — достоверно по сравнению с группой здоровых лиц.			

Таблица 2

**Влияние КВЧ-терапии на реологические свойства крови у пациентов с РГ на третьи послеоперационные сутки**

Показатели	Группы		
	Относительно здоровые (n = 15)	Больные с ранениями (n = 10)	Раненые + КВЧ-терапия (n = 12)
Вязкость крови (мПа х с) при:			
200 с <sup>-1</sup>	3,94 ± 0,15	5,44 ± 0,6*	3,89 ± 0,8^
150 с <sup>-1</sup>	4,22 ± 0,15	6,11 ± 0,1*	4,18 ± 0,15^
100 с <sup>-1</sup>	4,89 ± 0,16	6,73 ± 0,36*	4,75 ± 0,26^
50 с <sup>-1</sup>	4,95 ± 0,11	5,76 ± 0,21*	4,81 ± 0,31^
20 с <sup>-1</sup>	5,35 ± 0,13	7,12 ± 0,23*	5,33 ± 0,43^
Примечание. * p<0,05 — достоверно по сравнению с группой здоровых лиц; ^ p<0,05 — достоверные различия между группами — с терапией и без.			

Таблица 3

**Влияние КВЧ-терапии на реологические свойства крови у пациентов с РГ на седьмые послеоперационные сутки**

Показатели	Группы		
	Относительно здоровые (n = 15)	Больные с ранениями (n = 10)	Раненые + КВЧ-терапия (n = 12)
Вязкость крови (мПа х с) при:			
200 с <sup>-1</sup>	3,93 ± 0,15	3,98 ± 0,12	3,94 ± 0,18
150 с <sup>-1</sup>	4,21 ± 0,15	4,24 ± 0,13	4,22 ± 0,14
100 с <sup>-1</sup>	4,90 ± 0,16	6,18 ± 0,12*	4,89 ± 0,16^
50 с <sup>-1</sup>	4,93 ± 0,11	6,71 ± 0,15*	4,95 ± 0,12^
20 с <sup>-1</sup>	5,32 ± 0,13	5,15 ± 0,11*	5,35 ± 0,17
Примечание. * p<0,05 — достоверно по сравнению с группой здоровых лиц; ^ p<0,05 — достоверно при сравнении групп с терапией и без.			

Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием пакета прикладных программ «Statistica 6.0.473.0». При описании общих свойств полученных результатов использовались медиана (Me), доверительный интервал (ДИ). Результаты исследования, подчиняющиеся нормальному закону распределения, представлены как M (средняя арифметическая) ± границы 95% ДИ средних значений изучаемых величин (95% ДИ). Значимость различий двух совокупностей оценивали с использованием критериев Стьюдента—Фишера, Манна—Уитни. Различия считались значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты и обсуждение

Результаты изучения реологических свойств крови в первые послеоперационные сутки у раненых без КВЧ-терапии и с ее применением представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, у всех раненых в первые послеоперационные сутки отмечается статистически достоверное увеличение вязкости крови на 40—45% при всех скоростях сдвига по сравнению с группой сравнения из относительно здоровых людей. Причем КВЧ-терапия в это период не оказывает существенного влияния на вязкость крови. Обращает на себя внимание, что в обеих группах раненых остальные показатели: ИДЭ, ИАЭ, гематокрит и степень эффективности доставки кислорода в этот период сохраняются на уровне контроля.

На третьи послеоперационные сутки в группе с РГ без применения КВЧ-терапии показатели вязкости крови при всех скоростях сдвига немного восстанавливались, но оставались значительно повышенными по сравнению с контролем (табл. 2). В этот период было обнаружено лечебное действие КВЧ-терапии, а именно в группе пациентов с применением КВЧ-терапии наблюдалось восстановление всех исследуемых показателей, которые были сопоставимы с показателями у относительно здоровых людей. Остальные показатели свойств крови оставались стабильными.

На пятые послеоперационные сутки и, соответственно, на пятый день применения КВЧ-терапии существенных изменений в показателях реологических свойств крови в обеих группах не отмечено, все результаты соответствовали данным, полученным на третьи послеоперационные сутки. То есть на фоне лечения КВЧ реологические показатели крови соответствовали норме, а без лечения оставались повышенными.

На седьмые послеоперационные сутки (табл. 3) в группе пациентов с РГ без КВЧ-терапии отмечается частичное восстановление показателей реологических свойств крови: показатели вязкости крови при скоростях сдвига  $200 \text{ с}^{-1}$  и  $150 \text{ с}^{-1}$  соответствовали данным, полученным в контроле. В то же время изменений показателей вязкости при остальных скоростях сдвига не отмечено, они оставались повышенными. В то же время у раненых с КВЧ-терапией реологические свойства крови на седьмые сутки практически соответствовали физиологически нормальным показателям. Полное восстановление показателей в отсутствие КВЧ-терапии наблюдалось на 10-е послеоперационные сутки.

При проведении клинического анализа установлено, что побочных действий при применении данного аппарата не обнаружено. Все пациенты переносили процедуру

удовлетворительно, отмечалось как субъективное, так и объективное улучшение, что проявлялось уменьшением болевого синдрома, уменьшением гиперемии и отека в области раны, уменьшением кашлевого рефлекса.

Таким образом, представленное исследование показывает, что применение КВЧ-терапии у пациентов с колото-резаными ранениями груди способствует более быстрому восстановлению реологических свойств крови. При этом пациенты хорошо переносят данную процедуру, а облучение не вызывает побочных эффектов. Данный метод может быть рекомендован для комплексного лечения больных с ранениями.

### Список литературы

1. Абакумов М.М., Исфакхани А.К. Хирургическая тактика при ножевых левосторонних торакоабдоминальных ранениях. *Вестн. хир.* 1997; 1: 86-90.
2. Жестков К.Г., Гуляев А.А., Абакумов М.М. Роль торакоскопии в хирургии ранений груди. *Хирургия.* 2003; 12: 19-23.
3. Брюсов П.Г., Шалаев С., Чепчерук Г.С. Хирургическая тактика при огнестрельных проникающих ранениях груди. *Хирургия.* 1993; 4: 43-8.
4. Вагнер Е.А. *Хирургия поврежденных груди.* М.: Медицина; 1981. 287 с.
5. Колесов А.П., Бисенков Л.Н. *Хирургическое лечение огнестрельных повреждений груди.* Л.: Медицина; 1986. 140 с.
6. Масляков В.В., Киричук В.Ф., Барсуков В.Г. Значение изменений реологических свойств крови в развитии осложнений в ближайшем послеоперационном периоде у больных с тяжелой кровопотерей после спленэктомии. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2011; 12: 20-3.
7. Киричук В.Ф., Костин А.Ю. Особенности физико-химических показателей и проницаемости мембран эритроцитов у практически здоровых людей различных возрастных групп. *Современные наукоемкие технологии.* 2004; 3: 111.
8. Брюсов П.Г. Определение величины кровопотери в неотложной хирургии. *Вестник хирургии.* 1986; 6: 122-7.
9. Парфенов А.С., Пешков А.В., Добровольский Н.А. Анализатор крови реологический АКР-2. *Определение реологических свойств крови: Метод. Рекомендации.* М; 1994. 15 с.
10. Тодоров И. *Клинические лабораторные исследования в педиатрии.* Издательство Медицина и физкультура, София; 1961. 78 с.
11. Brun J.F., Micalet J.P., Supparo I. et al. Maximal oxygen uptake and blood viscosity and erythrocyte aggregation in professional football players. *Clin. Hemorheol.* 1995; 1: 201-12.

### References

1. Abakumov M.M., Isfakhani A.K. Surgical tactics at the knife left-side torakoabdominalnykh wounds. *Vestn. khir.* 1997; 1: 86-90. (in Russian)
2. Zhestkov K.G., Gulyaev A.A., Abakumov M.M. The role of thorakoskopiya in surgery of the breast wound. *Khirurgiya.* 2003; 12: 19-23. (in Russian)
3. Bryusov P.G., Shalaev S., Chepcheruk G.S. Surgical Management in the conditions of the gunshot penetrating wounds of the chest. *Khirurgiya.* 1993; 4: 43-8. (in Russian)
4. Vagner E.A. *Surgery of the breast injuries.* Moskva: Medizina; 1981: 287. (in Russian)
5. Kolesov A.P., Bisenkov L.N. *Surgical treatment of the breast fire injuries.* Leningrad: Medizina; 1986: 140. (in Russian)
6. Maslyakov V.V., Kirichuk V.F., Barsukov V.G. Value of changes of the blood rheological properties in development of complications in the nearest postoperative period in patients with heavy blood loss after a splenectomy. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy.* 2011; 12: 20-3. (in Russian)
7. Kirichuk V.F., Kostin A.Ju. Features of physical and chemical indicators and of membranes permeability of erythrocytes at almost healthy people of the different ages groups. *Sovremennye naukoemkie tehnologii.* 2004; 3: 111 (in Russian)