

С. П. Крымов, А. Г. Гущин

**Влияние некоторых физических факторов
на реологические свойства крови**

В статье приведены результаты исследования влияния ультрафиолетового излучения, магнитного поля, а также электромагнитного излучения с частотами 100 Гц и 500 Гц на реологические свойства крови. Представлены схемы установок для воздействия указанных физических факторов на образцы крови в условиях *in vitro*. Установлено снижение агрегации эритроцитов и повышение их деформируемости под влиянием ультрафиолетового облучения. Обнаружена аналогичная направленность изменений указанных параметров и под воздействием электромагнитного излучения с частотами 100 Гц и 500 Гц. Выявлено повышение агрегации эритроцитов и их деформируемости под влиянием постоянного магнитного поля. Рассмотрены возможные механизмы выявленных изменений.

Ключевые слова: реологические свойства крови, ультрафиолетовое излучение, магнитное поле, электромагнитное излучение, агрегация и деформируемость эритроцитов.

S. P. Krymov, A. G. Gushchin

**Influence of some physical factors
on rheological properties of blood**

Results of research of influence of ultra-violet radiation, magnetic field, and also electromagnetic radiation with frequencies of 100 Hz and 500 Hz on rheological properties of blood are given in article. Schemes of installations for impact of the

specified physical factors on blood samples in vitro are submitted. Decrease of aggregation of erythrocytes and increase of their deformability under the influence of ultra-violet radiation is established. The similar orientation of changes of the specified parameters is found under the influence of electromagnetic radiation with frequencies of 100 Hz and 500 Hz. Increase of aggregation of erythrocytes and their deformability is revealed under the influence of a constant magnetic field. Possible mechanisms of the revealed changes are considered.

Keywords: rheological properties of blood, ultra-violet radiation, magnetic field, electromagnetic radiation, aggregation and deformability of erythrocytes.

Введение

В настоящее время организм человека подвергается воздействию целого ряда различных факторов. Среди них немало таких, которые опасны для людей и окружающей среды [1, 8]. В связи с этим несомненный интерес представляет изучение влияния разнообразных факторов, в частности, электромагнитной природы на ткани, органы и системы организма человека. Выполнение такого рода исследований весьма актуально, так как на основе их результатов могут быть созданы средства, которые позволяют предотвращать и снижать повреждающее влияние на человека какого-либо негативного фактора [9]. Значительную роль в адаптации организма к действию различных агентов играет система крови и кровообращения. Изменения показателей реологии крови, возникающие в результате разного рода внешних воздействий, остаются еще недостаточно изученными. В связи с этим представляется актуальным изучить влияние на гемореологические параметры некоторых физических факторов, что и составляет цель данной работы.

Далее рассмотрим материал и методы исследования.

Материал для исследования – кровь 64 пациентов в возрасте от 20 до 50 лет. В работе была использована методика *in vitro*, которая нередко применяется и в других исследованиях [4]. На образец крови объемом 2 мл воздействовали ультрафиолетовым (УФ) излучением мощностью 0,1 Вт (рис. 1), что соответствует средней мощности бытового УФ-источника.

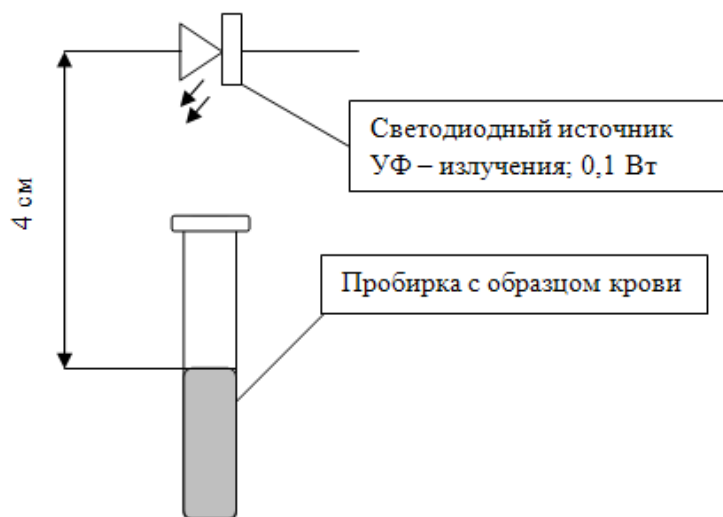


Рис. 1. Схема установки для облучения образца крови УФ-излучением

Также образец крови подвергался воздействию постоянным магнитным полем напряженностью 2 кА/м (рис. 2).

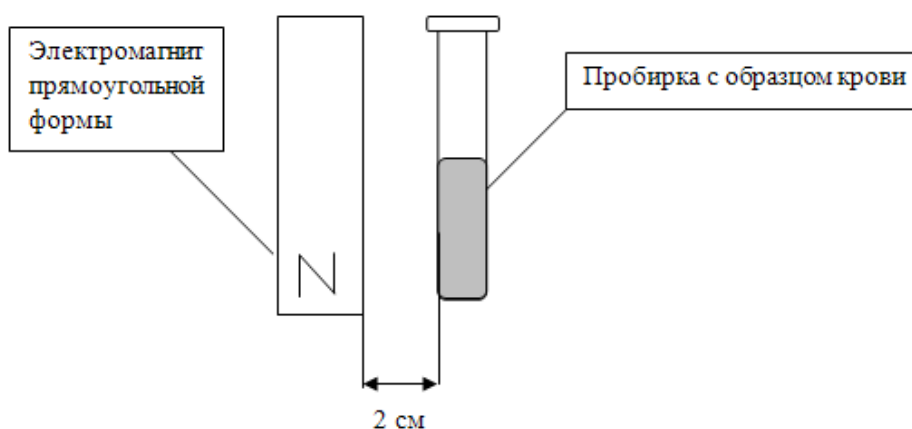


Рис. 2. Схема установки для воздействия на образец крови постоянным магнитным полем

Кроме того, исследовалось влияние на кровь переменного электромагнитного поля мощностью 1 Вт с часто встречающимися на производстве и в быту частотами 100 Гц и 500 Гц (рис. 3). Время воздействия во всех случаях составило 30 минут, при этом пластиковая незакрытая пробирка с образцом располагалась вертикально. Контролем служили интактные образцы крови.

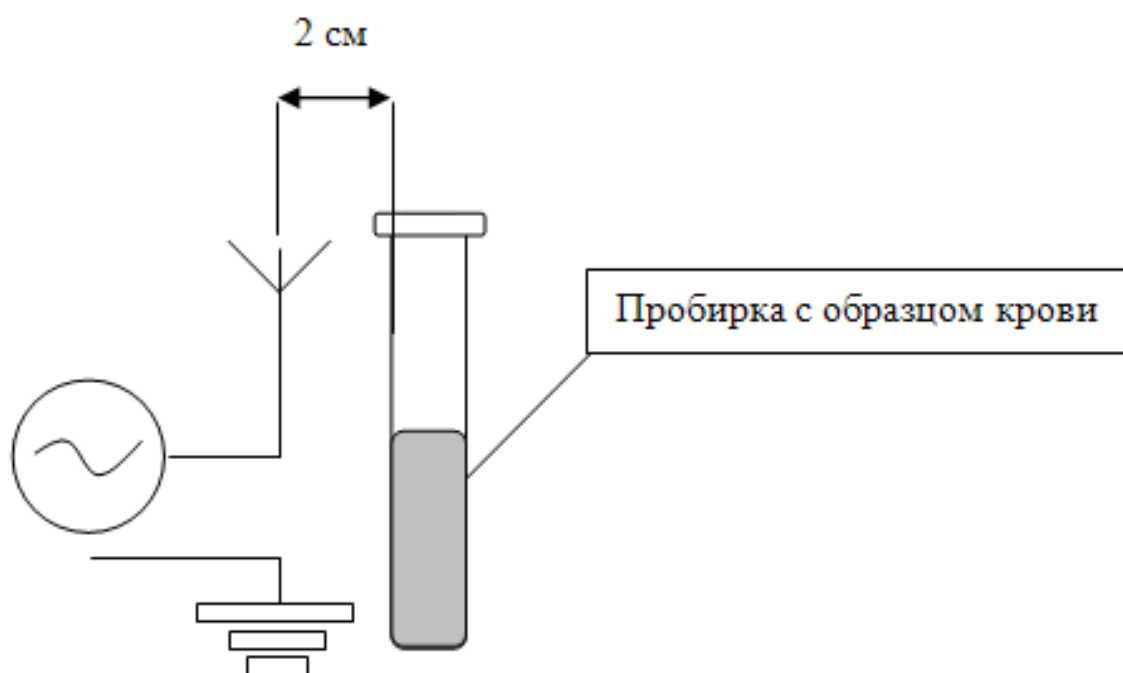


Рис. 3. Схема установки для воздействия на образец крови электромагнитным излучением

Посредством центрифугирования пробы крови в микроцентрифуге исследовали гематокрит. Регистрировали степень эритроцитарной агрегации по отношению числа агрегатов к количеству неагрегированных клеток при микроскопировании в камере Горяева суспензии эритроцитов в аутологичной плазме в соотношении 1:200. Для определения деформируемости эритроцитов производили вискозиметрию суспензии эритроцитов в физиологическом растворе со стандартным гематокритом.

Результаты исследования и их обсуждение

На рисунках 4 и 5 представлены изменения гемореологических параметров под влиянием исследуемых физических факторов. В результате проведенного исследования установлено, что под воздействием ультрафиолетового излучения степень агрегации эритроцитов снизилась на 38 %, а их деформируемость увеличилась на 10 %. Под влиянием постоянного магнитного поля обнаруживалось повышение агрегации эритроцитов на 18 % и их деформируемости на 9 %. Действие электромагнитного излучения частотой 100 Гц привело к снижению степени агрегации эритроцитов на 25 % и незначительному увеличению (на 4 %) деформационной способности эритроцитов. Влияние электромагнитного излучения частотой 500 Гц обусловило уменьшение степени агрегации эритроцитов на 34 % и небольшое увеличение (на 5 %) деформируемости эритроцитов. Достоверных изменений показателя гематокрита обнаружено не было.

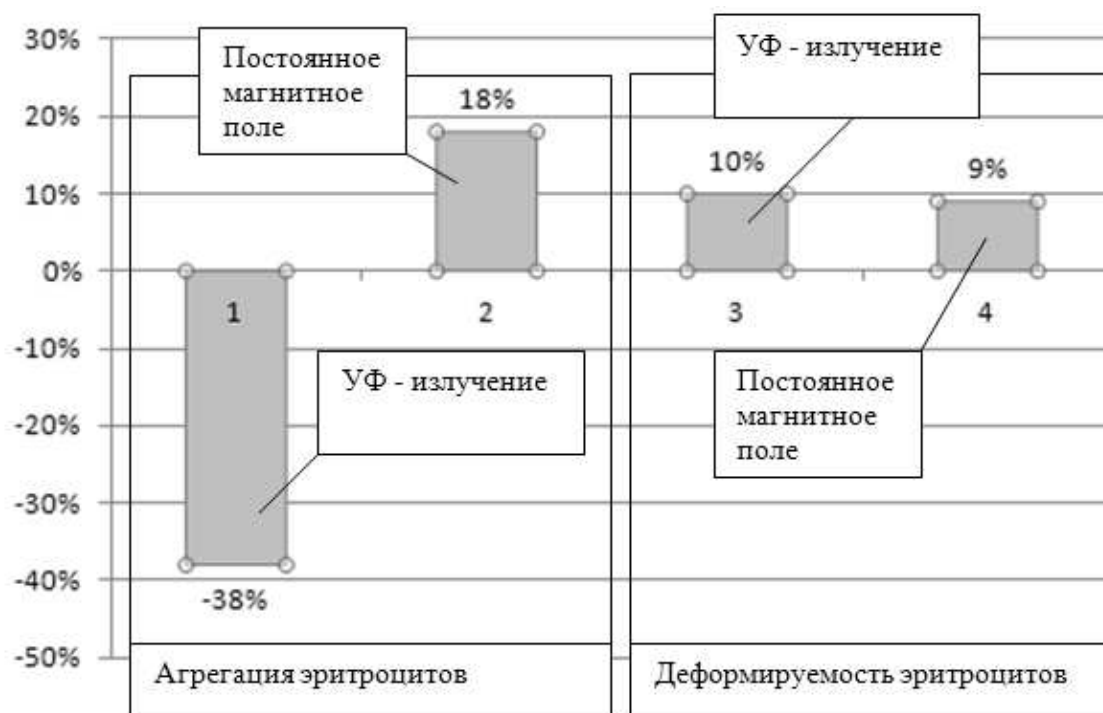


Рис. 4. Изменения агрегации и деформируемости эритроцитов под влиянием УФ-излучения и постоянного магнитного поля

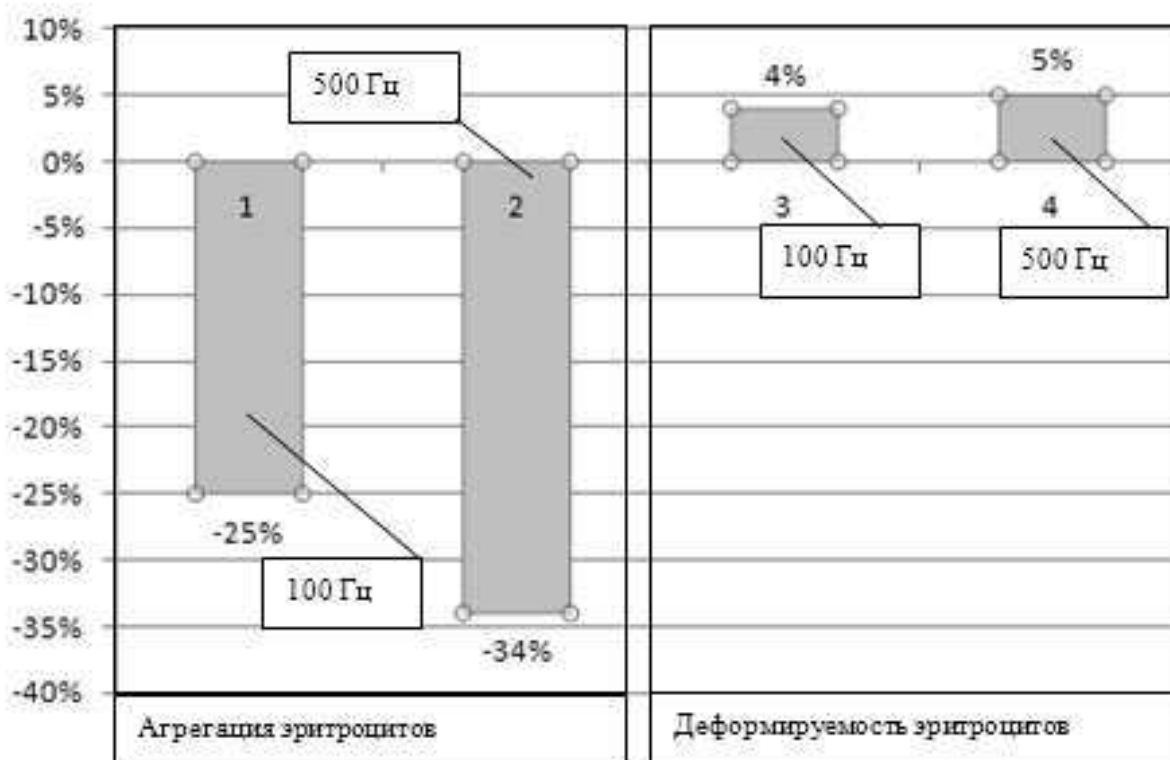


Рис. 5. Изменения агрегации и деформируемости эритроцитов под влиянием электромагнитного излучения частотой 100 Гц и 500 Гц

Полученные данные свидетельствуют о высокой степени участия факторов электромагнитной природы в формировании гемореологических изменений. Объяснить это можно тем, что одним из важнейших звеньев системы гомеостаза являются электрические процессы ионного уровня [6].

Снижение степени агрегации эритроцитов под воздействием ультрафиолетового излучения, вероятно, происходит в результате того, что умеренное УФ-облучение вызывает разрушение белков в исследуемом образце крови [2], что, в свою очередь, обуславливает снижение роли белковой составляющей в процессе агрегации эритроцитов.

Можно предположить, что повышение степени агрегации эритроцитов при экспозиции магнитным полем вызвано тем, что красные кровяные клетки, ввиду наличия отрицательного заряда на поверхности мембраны, проявляют

свойства заряженного тела, движущегося в магнитном поле [3]. Скорость осаждения эритроцитов увеличивается, так как на них действует дополнительная сила, определяемая формулой $F=q \cdot (E+vxV)$, где F – сила Лоренца, q – заряд движущегося в электрическом и магнитном полях тела, v – вектор скорости движения тела, V – вектор магнитного поля, E – вектор электрического поля, x – векторное произведение. При этом концентрация эритроцитов на участке, прилежащем к «северному» полюсу магнита, увеличивается, что и ведет к повышенному образованию агрегатов.

Поскольку кровь является проводником электричества, под влиянием электромагнитного излучения различной частоты в ней возникают вихревые индукционные токи. Возможно, действие этих токов затрудняет образование агрегатов, что приводит к снижению степени агрегации эритроцитов.

Выявленные изменения деформируемости эритроцитов, вероятно, обусловлены влиянием исследованных физических факторов на мембрану красных клеток крови.

Заключение

Таким образом, на основании результатов выполненной работы можно сделать заключение о целесообразности использования методов исследования гемореологических параметров при оценке влияния на организм человека физических факторов. Известно, что увеличение агрегации эритроцитов и уменьшение их деформируемости снижает эффективность транспорта кислорода, способствует развитию гипоксии тканей и тем самым обуславливает возникновение и прогрессирование заболеваний [5]. В то же время при нормализации гемореологических нарушений отмечается процесс выздоровления больного [7]. Следовательно, определяя динамику параметров реологии крови при однократном или многократном воздействии какого-либо

физического фактора на организм, можно судить об опасных или безопасных последствиях такого воздействия.

Библиографический список

1. Аптикаев, С. Ф. Сейсмическая активность Восточно-Европейской платформы как возможный источник чрезвычайных ситуаций в мегаполисах [Текст] / С. Ф. Аптикаев, Э. Г. Мирмович, А. И. Рузайкин // Безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 9. – С. 27–36.
2. Бескровная, Е. В. Влияние ультрафиолетового излучения на белки плазмы крови и производные гемоглобина [Текст] / Е. В. Бескровная, Е. Ю. Мосур, М. Г. Потуданская // Вестник Омского университета. – 2013. – № 4. – С. 118–120.
3. Боровская, М. К. Структурно-функциональная характеристика мембраны эритроцита и ее изменения при патологиях разного генеза [Текст] / М. К. Боровская, Э. Э. Кузнецова, В. Г. Горохова, Л. Б. Корякина, Т. Е. Курильская, Ю. И. Пивоваров // Бюллетень Восточно-сибирского научного центра СО РАМН. – 2010. – № 3. – С. 334–354.
4. Васин, М. В. Модификация потребления кислорода клетками костного мозга *in vitro* под влиянием $\alpha 1$ -адреномиметика индралина [Текст] / М. В. Васин, И. Б. Ушаков, Э. П. Коровкина, В. Ю. Ковтун // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2013. – Т. 155. – № 3. – С. 337–339.
5. Гуцин, А. Г. Оценка комплекса гемореологических параметров при эритроцитозе [Текст] / А. Г. Гуцин, А. В. Муравьев, И. К. Шаечкина // Физиология человека. – 2000. – Т. 26. – № 2. – С. 111–114.
6. Замай, Т. Н. Феноменологическая модель ионной регуляции роста клеточных популяций в организме [Текст] / Т. Н. Замай // Сибирское медицинское обозрение. – 2012. – № 2. – С. 3–7.

7. Мурашова, Н. А. Влияние разных вариантов анестезии на показатели регионарного кровообращения у больных с травмой дистального отдела нижней конечности [Текст] / Н. А. Мурашова, П. А. Любошевский, А. Г. Гуцин, Е. В. Тихонова // Тромбоз, гемостаз и реология. – 2015. – № 2. – С. 54–58.

8. Русак, О. Н. Пропедевтика безопасности деятельности [Текст] / О. Н. Русак // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. – № 7. – С. 52–57.

9. Черешнев, В. А. О возможности коррекции оксидативного повреждения при гипоксии головного мозга производным бензимидазола бемитилом [Текст] / В. А. Черешнев, И. Л. Гуляева, С. А. Сергеева // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2014. – № 3. – С. 66–68.

Bibliograficheskij spisok

1. Aptikaev, S. F. Sejsmicheskaja aktivnost' Vostochno-Evropejskoj platformy kak vozmozhnyj istochnik chrezvyčajnyh situacij v megapolisah [Tekst] / S. F. Aptikaev, Je. G. Mirmovich, A. I. Ruzajkin // Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. – 2012. – № 9. – S. 27–36.

2. Beskrovnaja, E. V. Vlijanie ul'trafioletovogo izluchenija na belki plazmy krovi i proizvodnye gemoglobina [Tekst] / E. V. Beskrovnaja, E. Ju. Mosur, M. G. Potudanskaja // Vestnik Omskogo universiteta. – 2013. – № 4. – S. 118–120.

3. Borovskaja, M. K. Strukturno-funkcional'naja harakteristika membrany jeritrocita i ee izmenenija pri patologijah raznogo geneza [Tekst] / M. K. Borovskaja, Je. Je. Kuznecova, V. G. Gorohova, L. B. Korjakina, T. E. Kuril'skaja, Ju. I. Pivovarov // Bjulleten' Vostochno-sibirskogo nauchnogo centra SO RAMN. – 2010. – № 3. – S. 334–354.

4. Vasin, M. V. Modifikacija potreblenija kisloroda kletkami kostnogo mozga in vitro pod vlijaniem $\alpha 1$ -adrenomimetika indralina [Tekst] / M. V. Vasin, I. B. Ushakov, Je. P. Korovkina, V. Ju. Kovtun // Bjulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny. – 2013. – T. 155. – № 3. – S. 337–339.

5. Gushhin, A. G. Ocenka kompleksa gemoreologicheskikh parametrov pri jeritrocitoze [Tekst] / A. G. Gushhin, A. V. Murav'ev, I. K. Shaechkina // Fiziologija cheloveka. – 2000. – T. 26. – № 2. – S. 111–114.

6. Zamaj, T. N. Fenomenologicheskaja model' ionnoj reguljicii rosta kletocznyh populjacij v organizme [Tekst] / T. N. Zamaj // Sibirskoe medicinskoe obozrenie. – 2012. – № 2. – S. 3–7.

7. Murashova, N. A. Vlijanie raznyh variantov anestezii na pokazateli regionarnogo krovoobrashhenija u bol'nyh s travmoj distal'nogo otdela nizhnej konechnosti [Tekst] / N. A. Murashova, P. A. Ljuboshevskij, A. G. Gushhin, E. V. Tihonova // Tromboz, gemostaz i reologija. – 2015. – № 2. – S. 54–58.

8. Rusak, O. N. Propedevtika bezopasnosti dejatel'nosti [Tekst] / O. N. Rusak // Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. – 2014. – № 7. – S. 52–57.

9. Chereshev, V. A. O vozmozhnosti korrekcii oksidativnogo povrezhdenija pri gipoksii golovnogogo mozga proizvodnym benzimidazola bemitilom [Tekst] / V. A. Chereshev, I. L. Guljaeva, S. A. Sergeeva // Vestnik Ural'skoj medicinskoj akademicheskoy nauki. – 2014. – № 3. – S. 66–68.