

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ

Бондарь Г.В., Шевченко В.В., Поляков П.И.¹, Рюмшина Т.А.¹

Донецкий областной противоопухолевый центр
¹Донецкий физико-технический институт НАНУ
e-mail: r-tatyana@ukr.net

Известно, что электромагнитное излучение оказывает влияние на процессы, происходящие на многих иерархических уровнях организма: начиная от наноуровня (атомы, молекулы [1]), микроуровня (клетки) [2, 3], до макроуровня - систем человеческого организма [4,5] и всего организма в целом [6, 7]. Очевидно, что характер этого воздействия - позитивное, стимулирующее или негативное, подавляющее, зависит от параметров этого воздействия.

Одной из наиболее чувствительных систем человеческого организма к магнитному воздействию является система крови. Было установлено, реакция организма на электромагнитное воздействие подобна радиационному облучению, а состояние облученного организма принято оценивать по изменениям в крови [8, 9]. Многочисленные клинические и биофизические исследования показали, что воздействие магнитного поля снижает реологические свойства крови [10, 11], способствует гипокоагуляции эритроцитов [12], ускоряет СОЭ [13, 14], изменяет проводимость клеточных мембран [15], увеличивает электрическое сопротивление и емкость эритроцитов [16].

Было показано [17], что переменное магнитное поле оказывает более эффективное воздействие на организм по сравнению с постоянным магнитным полем. Отмечена особая чувствительность организма [9], в области низких частот 50 гц и амплитуд $H = 200-400$ э. Следует отметить, что до настоящего времени еще не существует достаточного набора данных, позволяющих выделить наиболее эффективные параметры воздействия

(амплитуда, частота магнитного поля, время действия и др.), поэтому все исследования в этой области являются актуальными.

Настоящая работа посвящена изучению влияния комбинированного магнитного поля (КМП) (постоянного + переменного) на показатели фракций крови в практике лучевой терапии онкологических больных. Для создания комбинированного магнитного поля были разработаны специальные магнетроны оригинальной конструкции, которые позволили реализовать постоянное поле величиной 500 Э и переменное магнитное поле амплитудой 80 Э частотой 50 Гц в области размером 40 см в диаметре. Воздействие поля осуществлялось на поверхности тела в области тазобедренного сустава в течение 20 мин перед каждым сеансом облучения во время курса лечения в течение 30 дней. Время между магнитным и лучевым воздействием составляло 20-30 мин.

Для исследований отобрана группа в количестве 33 больных. В качестве контрольной группы использована группа больных в количестве 34, которые получали традиционное лучевое лечение. Проводились измерения таких параметров крови как: количество эритроцитов, лейкоцитов, скорость оседания эритроцитов (СОЭ), количество гемоглобина (НВ), в течение всего курса лечения с интервалом 4-6 суток.

Результаты. Исследования показали, что воздействие МП положительно влияет на показатели красной крови. Количество эритроцитов была не ниже $3,0 \cdot 10^{12}$, имея четкую тенденцию к стабильности на протяжении всего курса лечения. Количество гемоглобина также сохраняло динамическую стабильность в пределах 100 -140 г/л. В некоторых случаях воздействие КМП значительно улучшало начальные показатели крови без стимуляторов и гемотранфузий. Динамика скорости оседания эритроцитов (СОЭ) у больных, получивших комбинированное лечение, совместно с КМП, уменьшалась, начиная с 3-5 суток, а начиная с 9-11х суток, практически нормализовалась. У больных, получавших только лучевую терапию, какой-либо закономерности не прослеживалось, СОЭ изменялась хаотически.

Данные динамического наблюдения за количеством лейкоцитов показали, что воздействие КМП приводит к снижению их количества по сравнению с результатами в контрольной группе. Это снижение отмечалось на протяжении всего курса лечения, и к концу достигало 70% в исследуемой группе, а в контрольной 50%. В 34 случаях в контрольной группы и только в 6 из основной отмечена лейко- и тромбоцитопения, что свидетельствует о протективном действии КМП на кроветворную ткань.

Механизм действия КМП. До настоящего времени до конца не выяснен механизм влияния магнитного поля. В настоящее время считается (см. напр. [5]), что основная реакция в организме человека в ответ на действие магнитного поля происходит на уровне биологических мембран. Именно изменение их проницаемости и транспорта ионов К и Na влечет за собой изменения в скорости биохимических реакций и т. д .

Разумеется, что реакция на воздействие МП существует на всех иерархических уровнях организма. Но причинная, самая глубокая ответная реакция находится на молекулярном уровне. Поскольку молекула гемоглобина содержит атом железа, имеющий большой магнитный момент, соответственно и молекула гемоглобина имеет собственный магнитный момент. Собираясь в эритроците, магнитные моменты упорядочиваются, подстраиваются друг под друга, образуя магнитный момент эритроцита P_m . Авторы работы [17] сделали оценку величины магнитного момента эритроцита, определив его магнитную восприимчивость $\chi = -4\pi \cdot 0.736 \cdot 10^{-6}$. При действии внешнего магнитного поля В, на эритроциты действует магнитная сила $F = P_m \times B$, упорядочивая их вдоль поля. Приложенное магнитное поле 500 ± 80 Э много больше магнитного поля земли (0,5Э), поэтому и действующая сила достигает значительной величины. Действующая магнитная сила осциллирует с частотой 50 Гц, и «встряхивает» эритроциты, что позволяет преодолеть тенденцию эритроцитов к слипанию и разрушить их сцепки, таким образом, увеличивая их «рабочую» поверхностную энергию.

Достаточно большое МП не только ориентирует эритроциты вдоль поля, но и может привести к магнитному упорядочению внутри эритроцита, увеличивая его собственный магнитный момент, т.е. намагничивая эритроцит. Это намагничивание приводит к увеличению его внутренней энергии, как бы «подзаряжает» эритроцит, увеличивая его жизнестойкость.

Поскольку СОЭ определяется электрическим состоянием поверхности эритроцитов [3], наблюдаемое в работе изменение СОЭ, скорее всего, обусловлено изменением электрических свойств поверхности под влиянием КМП.

Изучение влияния магнитных полей на биофизические процессы, происходящие в организме, позволяют прояснить механизм действия КМП и внедрить этот физический фактор в медицинскую практику как лечебное средство.

Литература:

1. M. Yamaguchi and Y. Tanimoto (eds.), *Magneto-Science*, Kodansha/Springer, Tokyo (2006).
2. М.И.Яковлева. Физиологические механизмы действия электромагнитных полей. Л.: Медицина, 1973. 176 с.
3. А.Л.Чижевский. Электрические и магнитные свойства эритроцитов. Киев, Наукова думка, 1973, 93 с.
4. Е.И.Сорокина. Физические методы лечения в кардиологии. - Москва: Медицина, 1989.
5. В.В.Леднев. Биоэффекты слабых комбинированных постоянных и переменных магнитных полей. *Биофизика* - 1996. - Т.41, вып. 1. С.224-231.
6. З.Н.Нахильницкая и др. Магнитное поле и жизнедеятельность организмов. В кн.: *Проблемы космической биологии*. М., 1978, т. 37. 268 с.
7. Реакции биологических систем на магнитные поля. М.: Наука, 1978. 216 с.
8. Г.В.Луд, Н.П.Базенко. Реакция периферической крови на местное воздействие магнитного поля. В кн. *Адаптационные и компенсаторные механизмы в биологии и медицине*. Гродно, 1977, С.60 – 61.
9. О.И.Белоусова, П.Д.Горизонтов, М.И.Федотова. Радиация и система крови. М., Атомиздат, 1979, 126 с.
10. V.V.Kirkovskii, V.A.Mansurov, N.P.Mit'kovskaya and Yu.A.Mukharskaya. Influence of a Variable Magnetic Field on the Rheological Properties of Blood in Treatment of Rheumatoid Arthritis. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2003, Vol. 76, Number 3, 708-714.
11. А.М.Демецкий, Г.Я.Хулуп, А.В.Цецохо. Биологическое и лечебное действие магнитных полей: Материалы международной научно-практической конференции, Витебск, 1999 г. С. 21—25.
12. W.H.Philpott, S.Taplin, *Biomagnetic Handbook: A Guide to Medical Magnetics: The Energy Medicine of Tomorrow*, 1990.
13. Y.Tanimoto, Y.Kakuda. Influence of strong magnetic field on the sedimentation of red blood cells. 3rd International Workshop on Materials Analysis and Processing in Magnetic Fields (MAP3), *Journal of Physics: Conference Series* 156 (2009).
14. Sanjay Jayavanth and Megha Singh Influence of an inhomogeneous magnetic field on erythrocyte aggregation mechanism. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, Volume 252, November 2002, P. 412- 41 .
15. C.W.Casarett. *Radiation histopathology*. Boca Raton: CRC Press, 1980, Vol.1, 160 p, Vol.2, 176 p.
16. M.S.Markova and F.Pliquettb. Constant magnetic field influence on passive electrical properties of red blood cells. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*. Vol. 14, № 4-6, December 1985, P. 495-502.
17. Sheppard A. R., Eisenbud M. *Biological effects of electric and magnetic fields of extremely low frequency*. N. Y. Univ. Press., 1977.

INFLUENCE OF MAGNETIC FIELD TO THE INDICES OF THE BLOOD

Bondar G.V., Shevchenko V.V., Poljakov P.I.¹, Ryumshyna T.A.¹

Donetsk regional antitumoral center
Donetsk physical-technical institute of NAS of Ukraine
e-mail: r-tatyana@ukr.net

It is known that the electromagnetic radiation influents on the processes of many hierarchical levels of the organism: beginning from the nanolevel (atoms, molecule [1]), microlevel (cell) [2, 3], to the macrolevel - systems of the human organism [4, 5] and the entire organism [6, 7]. The nature of this action - positive, that stimulates or negative, that suppresses, depends on the parameters of this action.

The system of the blood is one of the most sensitive systems of human organism to the magnetic action. It was established, the reaction of organism to the electromagnetic field was similar to radiation irradiation, and the state of the irradiated organism is accepted to evaluate according to changes in the blood [8,9]. Numerous clinical and biophysical studies showed that the action of magnetic field decreases the rheological properties of the blood [of 10, 11], leads to the hypocoagulation of erythrocytes [12], accelerates erythrocyte sedimentation rate [13, 14], changes the conductivity of cellular membranes [15], increases electrical resistance and capacity of erythrocytes [16].

In the reference [17] was shown, that the alternating magnetic field exerts more effective influence on the organism in comparison with the magnetostatic field. The special sensitivity of organism in the region of the low frequencies of 50 Hz and amplitudes $N = 200-400 \theta e$ was noted In [9]. Up to date there are not sufficient set of data about most effective parameters of magnetic field (amplitude, the frequency of magnetic field, action time and other); therefore all studies in this region are immediate.

The present article dedicated to the study of the influence of the combined magnetic field (CMF) (constant + variable) on the indices of the blood in the practice of the radiation therapy for oncologic patients. For creating the combined magnetic field were developed the special magnetrons of the original construction, which made it possible to realize stationary field by value $500 \theta e$ and alternating magnetic field (amplitude is $80 \theta e$) with frequency of 50 Hz in the region with the size of 40 cm in diameter. The action of field was achieved on the body surface in the region of hip joint during 20 min before each session of irradiation during the course of treatment during 30 days. Time between the magnetic and γ -beam action was 20-30 min.

The group in a quantity of 33 patients is selected for studies. The group of the patients in quantity 34 is used as the control group, who obtained traditional beam treatment. The measurements of parameters of the blood were made as: a quantity of erythrocytes, leukocytes, ESR, a quantity of hemoglobin, during entire course of treatment with the interval of 4-6 days.

Results. Studies showed that the combined magnetic field improves the indices of the red blood. A quantity of erythrocytes there was not below $3,0 \cdot 10^{12}$, having clear tendency toward the stability during the entire course of treatment. A quantity of hemoglobin also preserved dynamic stability in the limits of 100 -140 g/l. In certain cases CMF action considerably improved the initial indices of the blood without the stimulators and gemotranfuziy. The erythrocyte sedimentation rate was decreased beginning from 3-5 days, and was normalized practically from 9-11 days at patients, who received the combined treatment together with CMF. The ESR changed chaotically at patients, who obtained only radiation therapy, and no regularity was outlined.

Observations showed that the action CMF leads to decrease a quantity of leukocytes in comparison with the results in the control group. This decrease was noted for the entire courses of treatment, and reached 70% toward the end in the investigated group, and reached 50% in the control group. The leucopenia and thrombocytopenia were noted in 34 cases for control group and only into 6 cases of the basic group that indicate protective action of CMP on the blood.

Mechanism of CMP action. The mechanism of the influence of magnetic field is not explained up to now. It is at present supposed [5] that the main reaction of the human organism on the magnetic field occurs at the level of biological membranes. It is assumed that a change in their permeability and transport of ions K and Na leads to changes in the speed of biochemical reactions.

It is clear that the reaction on the magnetic field exists at all hierarchical levels of organism. But the causal, deepest response reaction is located on the molecular level. Since the molecule of hemoglobin contains iron atom, which has large magnetic moment, respectively the hemoglobin molecule has own magnetic moment. Magnetic moments of hemoglobin in the erythrocyte are ordered, are adjusted slightly under each other, forming the magnetic moment of erythrocyte P_m . The authors of ref. [17] estimated the magnitude of the magnetic moment of erythrocyte, after determining his magnetic susceptibility $\chi = -4\pi \cdot 0.736 \cdot 10^{-6}$. Under the external magnetic field B, on the erythrocytes acts the magnetic force $F = P_m \times B$, ordering them along the field. The applied magnetic field $500 \pm 80 \theta e$ is much more than earth's magnetic field ($0,50e$); therefore the acting force reaches the significant magnitude. The acting magnetic force oscillates with a frequency of 50 Hz, and it "shakes" erythrocytes, which makes it possible to overcome the tendency of erythrocytes toward the adhesion and to destroy their couplings, thus, increasing their "working" surface energy.

Sufficiently large MF not only orients erythrocytes along the field, but also leads to the magnetic ordering inside the erythrocyte, increasing its internal magnetic moment, i.e., magnetizing

erythrocyte. This magnetization leads to an increase in its internal energy, as “recharges” erythrocyte, increasing its *viability*.

Since erythrocyte sedimentation rate, ESR is determined by the electrical surface condition of erythrocytes [3], the observed change of ESR, it is most likely, caused by a change in the electrical properties of surface under the effect of CMF.

The study of the influence of magnetic to the biophysical processes in the organism permits to explain the mechanism of action CMF and to introduce this physical factor in the medical practice as therapeutic means.

References

1. M. Yamaguchi and Y.Tanimoto (eds.), Magneto-Science, Kodansha/Springer, Tokyo, 2006.
2. M.I.Yakovleva. Physiological mechanisms under electromagnetic fields. Leningrad: Medicine, 1973, 176 p.
3. A.L.Chizhevskiy. Electrical and magnetic properties of erythrocytes. Kiev, Naukova dumka, 1973, 93 p.
4. E.I.Sorokina. Physical methods of treatment in cardiology. Moscow, Medicine, 1989.
5. V.V.Lednev. Bioeffects of the weak combined constant and variable magnetic fields. Biophysics - 1996. Vol.41, N 1, p.224-231.
6. Z.N.Nakhilnitskaya and all. Magnetic field and the vital activity of organisms. In the book: Problems of space biology, Vol. 37, Moscow, 1978, 268 p.
7. Reactions of biological systems under the magnetic fields. Moscow, Science, 1978, 216 p.
8. G.V.Lud, N.P.Bazenko. Reaction of the peripheral blood to the local action of magnetic field. In the book: Adaptive and compensating mechanisms in biology and medicine. Grodno, 1977, p.60 – 61.
9. O.I.Belousova, P.D.Gorizontov, M.I.Fedotova. Radiation and the system of the blood. Moscow, Atomizdat, 1979, 126 p.
10. V.V.Kirkovskii, V.A.Mansurov, N.P.Mit'kovskaya and Yu.A.Mukharskaya. Influence of a Variable Magnetic Field on the Rheological Properties of Blood in Treatment of Rheumatoid Arthritis. Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 2003, Vol. 76, N 3, 708-714.
11. A.M.Demetskiy, G.Ya.Khulup, A.V.Tsetsokho. On the biological and therapeutic effect of magnetic: Materials of international scientific conference, Vitebsk, 1999. p. 21—25.
12. W.H.Philpott, S.Taplin, Biomagnetic Handbook: A Guide to Medical Magnetics: The Energy Medicine of Tomorrow, 1990.
13. Y.Tanimoto, Y.Kakuda. Influence of strong magnetic field on the sedimentation of red blood cells. 3rd International Workshop on Materials Analysis and Processing in Magnetic Fields (MAP3), Journal of Physics: Conference Series V.156, 2009.
14. S.Jayavanth and M.Singh Influence of an inhomogeneous magnetic field on erythrocyte aggregation mechanism. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Vol. 252, November 2002, P.412- 414.
15. C.W.Casarett. Radiation histopathology. Boca Raton: CRC Press, 1980, Vol.1, 160 p, Vol.2, 176 p.
16. M.S.Markova and F.Pliquett. Constant magnetic field influence on passive electrical properties of red blood cells. Bioelectrochemistry and Bioenergetics. Vol.14, № 4-6, December 1985, P. 495-502.
17. A.R.Sheppard, M.Eisenbud. Biological effects of electric and magnetic fields of extremely low frequency. N. Y. Univ. Press., 1977.