

© ГРИНШТЕЙН Ю. И., АНДИНА Л. А., КОВАЛЕВ А. В., СУХОВОЛЬСКИЙ В. Г., ГРИНШТЕЙН И. Ю.

УДК 612.111.15:616.12-009.72

ДИНАМИКА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КРОВИ У ПАЦИЕНТОВ НЕСТАБИЛЬНОЙ СТЕНОКАРДИЕЙ

Ю. И. Гринштейн¹, Л. А. Андина¹, А. В. Ковалев², В. Г. Суховольский², И. Ю. Гринштейн¹

¹ ГБОУ ВПО Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, ректор – д. м. н. проф. И. П. Артюхов; кафедра терапии ИПО, зав. – д. м. н., проф. Ю. И. Гринштейн; ² ФГБУН Красноярский научный центр СО РАМН, председатель – академик РАН В. Ф. Шабанов.

Цель исследования. Изучение характера динамики диэлектрических параметров крови методом Фурье-спектроскопии у больных с нестабильной стенокардией.

Материалы и методы. Обследованы 40 пациентов с нестабильной стенокардией, из них 16 мужчин и 24 женщины с косонисходящей депрессией сегмента ST на ЭКГ ниже изолинии > 1-2 мм. Тропонин T у всех был отрицательным. Контроль 30 доноров. Острую ишемию миокарда диагностировали по диэлектрическим характеристикам образца крови пациентов на Фурье-спектрометре.

Результаты. В 74-76 % случаев изменения диэлектрических параметров крови коррелировали с клинической картиной и изменениями ЭКГ, причем у 1/2 больных диэлектрическая активность крови достигала нормы позже восстановления сегмента ST на изолинии.

Заключение. Диэлектрические параметры крови отражают обратное развитие острой ишемии миокарда на фоне проводимой терапии и в то же время являются более чувствительным маркером ишемии миокарда, чем традиционная ЭКГ-диагностика, основанная на изменении конечной части желудочкового комплекса (депрессия сегмента ST, инверсия зубца T).

Ключевые слова: острая ишемия миокарда, нестабильная стенокардия, кровь, диэлектрическая Фурье-спектроскопия.

DYNAMICS OF BLOOD DIELECTRIC PARAMETERS IN PATIENT WITH UNSTABLE STENOCARDIA

Yu. I. Grinshtein¹, L. A. Andina¹, A. V. Kovalev², V. G. Suhovolskiy², I. Yu. Grinshtein¹
Krasnoyarsk State Medical University named after prof. Voino-Yasenetsky

The purpose of the study. Study of the nature of dynamics the blood dielectric parameters by Fourier spectroscopy in patients with unstable stenocardia .

Materials and Methods. The study included 40 patients with unstable stenocardia , including 16 males and 24 females with obliquely descending with ST-segment depression on ECG below contours > 1- 2 mm. Troponin T was negative at all patients. Control group consisted of 30 donors. Acute myocardial ischemia was diagnosed on the dielectric characteristics of the blood sample in patients on Fourier spectrometer.

Results. In 74-76 % of cases, changes in the dielectric properties of blood were correlated with clinic and ECG changes , and in 1/2 patients dielectric activity of blood reached norm later than recovery ST segment on contours .

Conclusion. Dielectric blood parameters reflects regression of acute myocardial ischemia on the background of the therapy and at the same time are more sensitive marker of myocardial ischemia than traditional ECG diagnostics, based on the change in the final part of the ventricular complex (segment depression ST, wave inversion T).

Key words: acute myocardial ischemia , unstable stenocardia , blood, dielectric Fourier spectroscopy.

Введение

Одной из главных причин сердечно-сосудистой смертности является острый коронарный синдром (ОКС) [8,10,12]. Данные за 2010 год показывают, что ОКС является причиной, приблизительно, 32,8 % всех случаев смерти [11,13,14]. Новые методы диагностики и лечения ОКС, разработанные за последние несколько лет сократили связанный с ним процент смертности [9,13]. Вместе с тем до сих пор серьезной остается проблема экспресс – диагностики острой ишемии миокарда. Хорошо известно, что кровь выполняет в организме человека целый ряд жизненно-

важных функций. Изменение реологических свойств эритроцитов является одним из важных патогенетических факторов в формировании многих тяжелых заболеваний [5]. Нарушение агрегационной способности красных клеток крови сопровождает заболевания сердечно-сосудистой системы [3]. У больных стенокардией выявлено достоверное увеличение способности клеток к образованию между собой комплексов с одновременным увеличением, как вязкости цитоплазмы эритроцитов, так и вязкости крови в целом [2]. Учитывая, что адаптационные механизмы и их нарушения в организме сопровождаются биохимическими,

а так же биофизическими сдвигами, следует предположить, что это отразится и на электрических свойствах исследуемого объекта. Выяснилось, что при агрегации эритроцитов заметно изменяется диэлектрический спектр цельной крови [7]. Поэтому представляет важный практический интерес изучение влияния ишемии на диэлектрические свойства крови.

Диагностическая ценность метода Фурье-спектроскопии как маркера острой ишемии миокарда была запатентована нами в РФ [1,6]. Весьма актуальным остается не только поиск новых высокочувствительных маркеров ишемии миокарда, но и оценка выраженности обратного развития острой ишемии миокарда на фоне проводимой терапии при ОКС с помощью метода Фурье-спектроскопии.

Цель исследования. Изучение характера динамических изменений диэлектрических параметров крови методом диэлектрической Фурье-спектроскопии у больных с нестабильной стенокардией.

Материалы и методы

Под нашим наблюдением находились 40 пациентов на стационарном лечении при поступлении с диагнозом ОКС (коснисходящая депрессия сегмента ST на ЭКГ ниже изолинии > 1-2 мм) (средний возраст $70,55 \pm 9,26$) из них 16 мужчин (40%) и 24 женщин (60%). У всех пациентов тропонин Т был отрицательным при неоднократном определении. Контрольная группа состояла из 30 здоровых доноров. Все пациенты и доноры подписали информированное согласие об участии в исследовании.

Острую ишемию миокарда диагностировали по диэлектрическим характеристикам образца крови пациентов. У пациентов забирали кровь из кубитальной вены в объеме 1,0 мл, добавляли в качестве антикоагулянта 0,1 мл гепарина, пропускали через образец крови короткий (порядка 10-5 с) импульс тока с последующей регистрацией функции спада поляризации образца, а затем выполняли Фурье – преобразование этой функции и рассчитывали параметры импеданс-годографов. Диэлектрические характеристики крови были описаны с помощью трех, так называемых, «коуловских» параметров (τ_0 , x_0 , y_0). [4]. Процесс измерения и обработки был полностью автоматизирован и занимал не более 1 с. Так как значения проводимости и емкости суспензии крови нелинейно зависят от геометрических характеристик кюветы, то пересчет в абсолютные значения составляющих импеданса не производился и характеристики оценивались в условных единицах (у. е.). Характеристики диэлектрического спектра использовались в качестве диагностических показателей ишемии миокарда. Ишемия миокарда диагностировалась, если значения хотя бы одного из параметров τ_0 , x_0 , y_0 импеданс-годографа образца крови выходили за пределы нормы. Статистические расчеты – сравнение средних, оценка доверительных интервалов, вычисление ошибок первого и второго рода, сравнение теоретической и эмпирической функций плотности распределения, вычисление параметров нелинейных регрессионных уравнений производились стандартными методами с использованием пакета Statistica v. 6,0.

Результаты и обсуждение

Изучая характеристики импеданс-годографа для контрольной группы выяснилось, что в норме значения τ_0 колеблются в пределах $\pm 1,5\%$ от среднего значения 4,315 у. е.; для x_0 в норме колеблются в пределах $\pm 1,3\%$ от среднего значения 0,876 у. е., для y_0 – в пределах $\pm 4,1\%$ от среднего значения 0,048 у. е. Видно, что в норме диэлектрические характеристики суспензии крови изменяются в небольшом диапазоне значений.

На рис. 1 приведены результаты определения диэлектрического спектра крови пациентов с диагнозом ОКС без подъема сегмента ST, имеющие на ЭКГ коснисходящую депрессию сегмента ST в первые 3 часа от начала болевого синдрома ($n = 40$), и представлены аналогичные характеристики для крови здоровых людей ($n = 30$). Если полагать, что у пациента можно диагностировать ишемию миокарда в случае, если хотя бы одна из трех интегральных характеристик импеданс-годографа выходит за пределы нормы, то как видно из рис. 1, у 33 из 40 больных диэлектрические характеристики крови были повышены по сравнению с контролем в первые часы приступа стенокардии, что подтверждало ишемический характер депрессии сегмента ST. Данный результат, подтверждающий острую ишемию миокарда, имеет важное прогностическое значение, так как известно, что длительность ишемии, способной привести к некрозу составляет 2-4 часа. Это зависит от наличия коллатералей в ишемизированной зоне, стойкой или интермиттирующей окклюзии коронарной артерии, чувствительности клеток миокарда к ишемии, феномена ишемического прекодиционирования, индивидуальной потребности в кислороде и нутриентах [15].

Из 33 больных нестабильной стенокардией, отличающихся от нормы по диэлектрическим показателям, у 17 (42,5%) была проведена коронароангиография (КАГ), по результатам которой у всех пациентов были выявлены гемодинамически значимые изменения коронарных артерий. Это убедительно подтвердило высокую значимость показателей диэлектрической активности крови, как маркера острой ишемии миокарда.

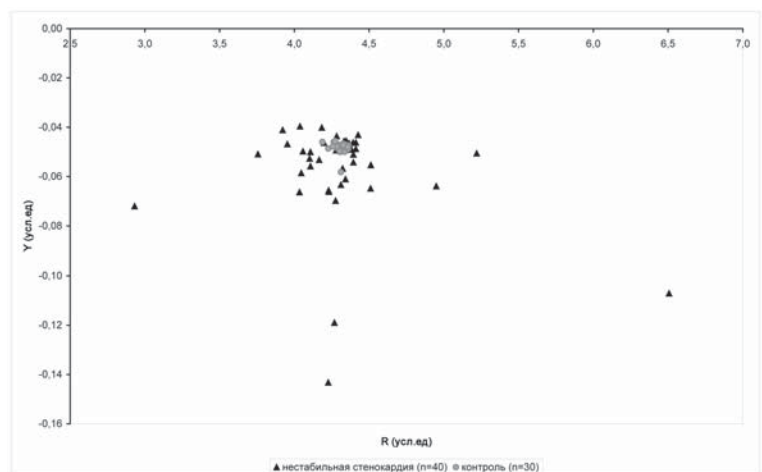


Рис. 1. Диэлектрические показатели крови пациентов с нестабильной стенокардией и депрессией сегмента ST на ЭКГ ($n=40$) в сравнении с нормой ($n=30$).

Важным представлялось оценить динамику изменений диэлектрических показателей крови у больных с нестабильной стенокардией на фоне проводимой терапии. Из 33 пациентов, отличающихся от нормы по диэлектрическим показателям, у 13 (39%) удалось зарегистрировать динамику диэлектрических показателей крови в первые 3 часа при поступлении, а также через 24, 36, 48, 72 часа и через 5-7 дней на фоне терапии. У 23 (69%) пациентов изучена динамика диэлектрических показателей крови в день поступления и через 5-8 дней на фоне терапии. При исследовании динамики изменений диэлектрических свойств крови на фоне проводимой терапии нестабильной стенокардии было установлено, что из 13 пациентов у 7 (54%) пациентов диэлектрические показатели нормализовались в первые 4 суток, причем, у 2 (15%) через 24 часа, еще у 2 (15%) через 36 часов, у 2 (15%) пациентов через 48 часов и у 1 (7%) больного через 72 часа. У остальных 6 (46%) наблюдались изменения диэлектрических показателей крови в течение 7 суток свидетельствующие о сохраняющейся ишемии миокарда, несмотря на проводимую терапию низкомолекулярным гепарином, антитромбоцитарными препаратами (аспирин + клопидогрел), пролонгированными нитратами, бета-блокаторами. В 76% случаев изменения диэлектрической активности крови коррелировали с клинической картиной и изменениями ЭКГ (рис. 2).

При исследовании динамики изменений диэлектрических свойств крови на 5-8 сутки, выяснилось, что изменения диэлектрических показателей сохранялись к 7-8 суткам у 11 пациентов (47%), у 4 (17%) показатели нормализовались на 5 сутки и у 7 (30%) на 7-8 сутки. В 74% случаев изменения диэлектрической активности крови коррелировали с клинической картиной и изменениями ЭКГ, причем у 1/2 больных диэлектрическая активность крови достигала нормы позже восстановления сегмента ST на изолинии (рис. 3).

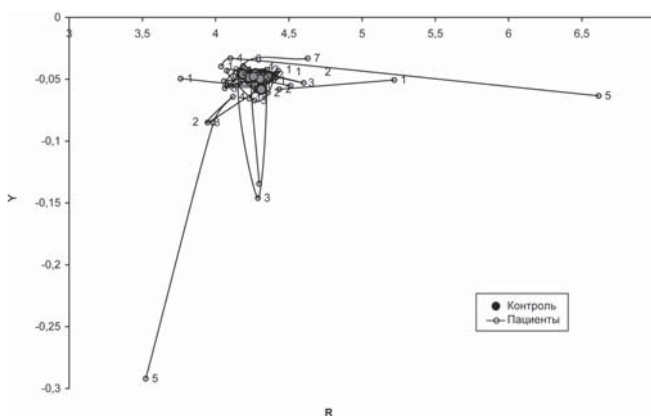


Рис. 2. Траектории динамики изменения параметров R и Y импеданс-годографов (усл.ед.) пациентов с нестабильной стенокардией и депрессией сегмента ST на ЭКГ при поступлении, через 24, 36, 48, 72 часов, а также через 5-7 дней на фоне лечения ($n=13$).

Примечание: R – радиус импеданс-годографа на плоскости; Y – координата центра импеданс-годографа на плоскости; 1 – день поступления; 2 – через 24 часа; 3 – через 36 часов; 4 – через 48 часов; 5 – через 72 часа; 6 – пятые сутки; 7 – шестые сутки.

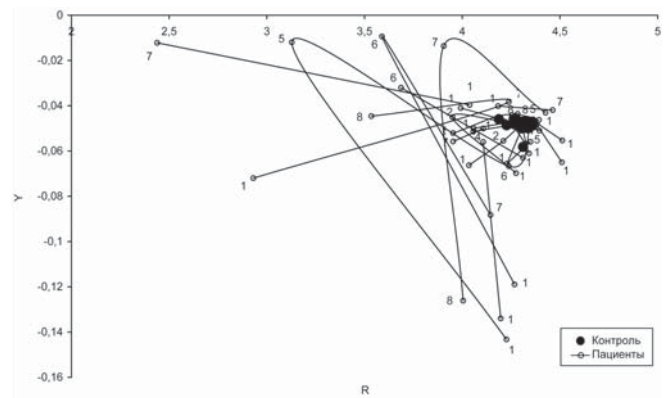


Рис. 3. Траектории динамики изменения параметров R и Y импеданс-годографов (усл.ед.) у пациентов с нестабильной стенокардией и депрессией сегмента ST на ЭКГ на фоне лечения через 5-8 дней ($n=23$).

Примечание: 1 – при поступлении; 5 – пятые сутки; 6 – шестые сутки; 7 – седьмые сутки; 8 – восьмые сутки.

Анализ полученных результатов показывает, что диэлектрическая активность крови отражает обратное развитие острой ишемии миокарда на фоне проводимой терапии и в то же время является более чувствительным маркером ишемии миокарда, чем традиционная ЭКГ-диагностика, основанная на изменении конечной части желудочкового комплекса (депрессия сегмента ST, инверсия зубца T). У части больных в пользу этого свидетельствует более медленная нормализация диэлектрических показателей крови по сравнению с динамикой восстановления сегмента ST на изолинии. Медленное обратное развитие ишемии миокарда на фоне оптимальной антиангинальной терапии является дополнительным критерием высокого риска инфаркта миокарда и сердечно-сосудистой смерти. Поэтому длительно сохраняющиеся, на фоне оптимальной терапии, измененные диэлектрические показатели крови могут быть маркерами неблагоприятного прогноза у больных с нестабильной стенокардией. Данные больные являются кандидатами для направления на коронароангиографию и стентирование либо коронарное шунтирование коронарных артерий имеющих гемодинамически значимые стенозы.

Заключение

Таким образом, изучение характера динамических изменений диэлектрических параметров крови позволяет оценить выраженность обратного развития ишемии миокарда, на фоне проводимой антиангинальной терапии, выявить больных с вероятным неблагоприятным прогнозом, интенсифицировать терапию либо направить больных с нестабильной стенокардией на реваскуляризацию коронарных артерий.

Литература

1. Андина Л.А., Ковалев А.В., Гринштейн Ю.И., Суховольский В.Г. Диэлектрическая Фурье-спектроскопия в экспресс-диагностике острого коронарного синдрома без подъема сегмента ST на ЭКГ при отрицательном тропониновом тесте // Сибирское медицинское обозрение. – 2013. – Т. 79, № 1. – С. 32-36.

2. Ганелина И.Е., Денисенко А. Д., Катюхин Л. Н. Липиды плазмы крови и реологические свойства эритроцитов у больных со стабильной стенокардией // Кардиология. – 2010. – Т. 40, № 8. – С. 62-63.

3. Колесникова И. В., Некрасов В. М., Шерстова, Т. Н. Цветовская Г. А., Чикова Е. Д., Мальцев В. П., Чернышев А. В. Определение динамических характеристик тромбоцитов по начальной стадии их агрегации // Вестник НГУ. Физика. – 2009. – Т. 4, № 2. – С. 69-77.

4. Коул К.С. Теоретическая и математическая биология. – М.: Мир, 1968. – С. 154-193.

5. Малахов М.В. Параметры биоимпедансной спектроскопии отмытых и обработанных трипсином эритроцитов // Вестник Удмуртского университета. – 2010. – Вып. 3. – С. 29-32.

6. Патент № 2482488 Российская Федерация. Способ диагностики острого коронарного синдрома без подъема сегмента ST на ЭКГ / Ю.И. Гринштейн, Л.А. Андина, В.Г. Суховольский, А.В. Ковалев; Опубл.20.05.2013, Бюл. № 14.

7. Asami K., Sekine K. Dielectric modelling of erythrocyte aggregation in blood // J. Phys. D: Appl. Phys. – 2007. – Vol. 40. – P. 2197-2204.

8. Braunwald E. Heart Diseases // Developed by Current Medicine, LLC. Philadelphia. – 2005. – P. 47-80.

9. Cardiovascular disease. WHO Fact Sheet. January 2011; Fact sheet N 317. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/index.html>.

10. ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation // EHJ. – 2011. – Vol. 32. – P. 3004-3006.

11. Ezekowitz J.A., Kaul P, Bakal J.A. Declining in-hospital mortality and increasing heart failure incidence in elderly patients with first myocardial infarction // J. Am Coll Cardiol. – 2009. – Vol. 53. – P. 13-20.

12. Hayashi Y., Oshige I., Katsumoto Y., Omori S., Yasuda A. and Asami K. Dielectric inspection of erythrocyte morphology Phys // Med. Biol. – 2008. – Vol. 53. – P. 2553-2564.

13. Levine G.N., Bates E.R., Blankenship J.C. 2011 ACCF/AHA/SCAI guideline for percutaneous coronary intervention: A report of the American College of Cardiology Foundation // American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. Circulation. – 2011. – Vol. 124. – P. 574-651.

14. Sidney C., Smith SC Jr., Benjamin E.J., Bonow R.O. AHA/ACCF secondary prevention and risk reduction therapy for patients with coronary and other atherosclerotic vascular disease: 2011 update. A guideline from the American Heart Association and American College of Cardiology Foundation // Circulation. – 2011. – Vol. 124. – P. 2458-73.

15. Thygesen K., Alpert J.S., White H.D.; Joint ESC/ACCF/AHA/WHF Task Force for the Redefinition of Myocardial Infarction // J. Am. Coll. Cardiol. – 2007. – Vol. 50. – P. 2173-2195.

References

1. Andina L.A., Kovalyov A.V., Grinshtein Yu.I, Sukhovolsky V.G. Dielectric Fourier spectroscopy in rapid diagnosis

of acute coronary syndrome without ST segment elevation on the electrocardiogram with negative troponin test // Siberian medical review. – 2013. – Vol. 79, № 1. – P. 32-36.

2. Ganelina I.E., Denisenko A. D., Katyukhin L N. Plasma lipids and rheological properties of erythrocytes in patients with stable stenocardia // Cardiology. – 2010. – Vol. 40, № 8. – P. 62-63.

3. Kolesnikov I.V., Nekrasov V.M., Sherstova T.N., Tsvetovskaya G.A., Chikova E.D., Mal'tsev V.P. , Chernyshev A.V. Determination of thrombocytes dynamic characteristics by the initial stage of their aggregation // Bulletin of the NSU. Physics. – 2009. – Vol. 4, No. 2. – P. 69-77.

4. Cole K.S. Theoretical and mathematical biology. – M. Mir, 1968. – P. 154-193/

5. Malakhov M.V. Bioimpedance spectroscopy parameters of washed and treated with trypsin erythrocytes // Bulletin of Udmurt University. – 2010 – Issue 3. – P. 29-32

6. Patent number 2482488 of Rus. Federation. Method of the diagnosis of acute coronary syndrome without ST-segment raising at ECG / Yu.I. Greenshtein, L.A. Andina, V.G. Sukhovolskiy, A.V. Kovalev; Publ. 20.05.2013, Bull. № 14.

7. Asami K., Sekine K. Dielectric modelling of erythrocyte aggregation in blood // J. Phys. D: Appl. Phys. – 2007. – Vol. 40. – P. 2197-2204.

8. Braunwald E. Heart Diseases // Developed by Current Medicine, LLC. Philadelphia. – 2005. – P. 47-80.

9. Cardiovascular disease. WHO Fact Sheet. January 2011; Fact sheet N 317. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/index.html>.

10. ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation // EHJ. – 2011. – Vol. 32. – P. 3004-3006.

11. Ezekowitz J.A., Kaul P, Bakal J.A. Declining in-hospital mortality and increasing heart failure incidence in elderly patients with first myocardial infarction // J. Am Coll Cardiol. – 2009. – Vol. 53. – P. 13-20.

12. Hayashi Y., Oshige I., Katsumoto Y., Omori S., Yasuda A. and Asami K. Dielectric inspection of erythrocyte morphology Phys // Med. Biol. – 2008. – Vol. 53. – P. 2553-2564.

13. Levine G.N., Bates E.R., Blankenship J.C. 2011 ACCF/AHA/SCAI guideline for percutaneous coronary intervention: A report of the American College of Cardiology Foundation // American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. Circulation. – 2011. – Vol. 124. – P. 574-651.

14. Sidney C., Smith SC Jr., Benjamin E.J., Bonow R.O. AHA/ACCF secondary prevention and risk reduction therapy for patients with coronary and other atherosclerotic vascular disease: 2011 update. A guideline from the American Heart Association and American College of Cardiology Foundation // Circulation. – 2011. – Vol. 124. – P. 2458-73.

15. Thygesen K., Alpert J.S., White H.D.; Joint ESC/ACCF/AHA/WHF Task Force for the Redefinition of Myocardial Infarction // J. Am. Coll. Cardiol. – 2007. – Vol. 50. – P. 2173-2195.

Сведения об авторах

Гринштейн Юрий Исаевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой терапии ИПО ГБОУ ВПО Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого МЗ РФ.

Адрес: 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, г. 1; тел. 8(391) 2424664; e-mail: grinstein.yi@mail.ru.

Андина Лилия Александровна – аспирант кафедры терапии ИПО ГБОУ ВПО Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого МЗ РФ.

Адрес: 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, г. 1; тел. 8(391) 2424664; e-mail: liliya-andina@yandex.ru.

Ковалев Антон Владимирович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, МНЦИЭСО, Красноярский научный центр СО РАН.

Адрес: 660036, г. Красноярск, Академгородок; тел. 8(391)2217472; e-mail: sunhi@nm.ru.

Суховольский Владислав Григорьевич – доктор биологических наук, профессор, МНЦИЭСО, Красноярский научный центр СО РАН.

Адрес: 660036, г. Красноярск, Академгородок; тел. 8(391) 2217472; e-mail: soukhovolsky@nm.ru.

Гринштейн Игорь Юрьевич – кандидат медицинских наук, докторант кафедры поликлинической терапии, семейной медицины и ЗОЖ с курсом ПО ГБОУ ВПО Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого МЗ РФ.

Адрес: 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, г. 1; тел. 8(391) 2424664; e-mail: grinst@rambler.ru.

© САЛМИН В. В., СКОМОРОХА Д. П., РЕУШЕВ М. Ю., ФРОЛОВА О. В., ПИГАРЕВА Ю. Н., КОЖЕВНИКОВА Т. А.
УДК: 57.047; 535-31;

ОЦЕНКА ГЕНОТОКСИЧНОСТИ ИМПУЛЬСНОГО УФА-ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ АУТОФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ БИОПСИИ

В. В. Салмин¹, Д. П. Скомороха¹, М. Ю. Реушев¹, О. В. Фролова¹, Ю. Н. Пигарева¹, Т. А. Кожевникова²

¹ ГБОУ ВПО Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, ректор – д. м. н. проф. И. П. Артюхов; кафедра медицинской и биологической физики, зав. – д. ф.-м. н. В. В. Салмин; кафедра биохимии с курсами медицинской, фармацевтической и токсикологической химии, зав. – д. м. н., проф. А. Б. Салмина; НИИ молекулярной медицины и патобиохимии, руководитель – д. м. н., проф. А. Б. Салмина; ² ФГБОУ ВПО Красноярский государственный педагогический университет имени В. П. Астафьева Министерства образования и науки РФ, ректор – д. ф. н., проф. О. А. Карлова; кафедра специальной психологии, зав. – д. м. н., проф. С. Н. Шилов.

Цель исследования. Оценка генотоксического действия УФА-излучения азотного лазера при высокой интенсивности.

Материалы и методы. Облучение образцов человеческой цельной крови при различных значениях импульсной интенсивности и при различных дозах. Оценка генотоксичности методом стандартного микроядерного теста.

Результаты. Выявлено генотоксическое действие излучения импульсного УФА-лазерного излучения. Наблюдалось увеличение генотоксического эффекта с увеличением поглощенной дозы излучения. Обнаружено различие доз излучения, соответствующих эффекту ED50 модельного генотоксического ксенобиотика, для разных интенсивностей облучения. По параметрам кривой «доза-эффект» обнаружено различие параметра Хилла при различных интенсивностях облучения.

Заключение. Импульсное УФА излучение наносекундной длительности при равных экспозиционных дозах оказывает более выраженное генотоксическое действие при облучении с высокой интенсивностью (через световод), чем при облучении широким пучком, что должно быть учтено при проведении оптической биопсии тканей.

Ключевые слова: генотоксичность, ультрафиолетовое лазерное излучение, микроядерный тест.

EVALUATION OF GENOTOXICITY OF PULSED UVA-LASER RADIATION AT AUTOFLUORESCENCE OPTICAL BIOPSY

V. V. Salmin¹, D. P. Skomorokha¹, M. Yu. Reushev¹, O. V. Frolova¹, Yu. N. Pigareva¹, T. A. Kozhevnikova²

¹ Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V. F. Voyno-Yasenetsky;

² Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafiev

The purpose of the study. The evaluation of genotoxic effect of UVA radiation from a nitrogen laser at high intensity.

Materials and Methods. Irradiation of human whole blood samples at different values of pulse intensity and at different doses. The evaluation of genotoxicity by standard micronucleus test.

Results. Revealed genotoxic effect of irradiation from a pulsed UVA-laser radiation. Was observed the increase of the genotoxic effect with increasing of absorbed dose of radiation. Was found a difference in radiation doses corresponding to the effect ED50 model genotoxic xenobiotic for different irradiation intensities. On parameters of the line "dose-effect" was found difference in Hill parameter at different radiation intensities.

Conclusion. Impulse UVA radiation of nanosecond duration at equal doses has a stronger genotoxic effect when irradiated with high intensity (through the lightguide) than wide beam irradiation, which should be taken into account during optical biopsy of tissues.

Key words: genotoxicity, ultraviolet laser radiation, micronucleus test.