

Константинова Е.Э.¹, Цапаева Н.Л.², Мельникова Г.Б.¹, Толстая Т.Н.¹, Шоянь Я.²

¹ Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси, Минск, Беларусь

² Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

Konstantinova E.¹, Tsapaeva N.², Melnikova G.¹, Tolstaya T.¹, Shuoan Yang²

¹ A.V. Luikov Heat and Mass Transfer Institute of NAS of Belarus, Minsk, Belarus

² Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

Состояние микроциркуляции, локальные механические свойства мембран и агрегационная способность эритроцитов у пациентов со стабильной стенокардией до и после курса низкоинтенсивной лазеротерапии

Microcirculation state, local mechanical properties of membranes and aggregability of erythrocytes in patients with stable angina pectoris before and after course of lowintensive therapy with infrared laser

Резюме

В работе проведена оценка состояния микроциркуляции, показателей локального модуля упругости мембран, силы адгезии на поверхности с помощью атомно-силовой микроскопии и степени агрегации эритроцитов у 22 пациентов со стабильной стенокардией (средний возраст $57,3 \pm 5,9$ лет) и характера изменений данных параметров после курса инфракрасной лазеротерапии. В качестве контроля использовали образцы крови 33 практически здоровых лиц (средний возраст $54,6 \pm 4,8$ года).

Ключевые слова: атомно-силовая микроскопия, эритроциты, модуль упругости, агрегация, микроциркуляция, биомикроскопия.

Abstract

In this work parameters of microcirculation state, elasticity modulus, adhesion force of membranes were estimated with atomic force microscopy and degree of erythrocytes' aggregation in patients with stable angina pectoris were determined, and the character of these parameters' changes after course of noninvasive therapy with infrared laser was estimated in 22 persons of $57,3 \pm 5,9$ yrs. old. The samples of practically healthy persons' erythrocytes ($n=33$, $54,6 \pm 4,8$ yrs.) were used as control.

Keywords: atomic-force microscopy, erythrocytes, elastic modulus, aggregation, microcirculation, biomicroscopy



■ ВВЕДЕНИЕ

Особенностью лазерного излучения в ближней ИК-области спектра является отсутствие резонансного поглощения квантов света тканями. Именно этим объясняется глубокое проникновение лазерного излучения в ткани при наружном облучении, которое вызывает локальное повышение температуры на клеточных мембранах. Результатом этого феномена является возникновение градиента температуры в околочелюстных областях, приводящей к термодиффузному оттоку ионов калия и натрия от мембраны, раскрытию мембранных каналов, усилению процессов эндоцитоза, изменению электрохимического ионного баланса и повышению потенциальной энергии клетки. Этот механизм реализации лазерного ИК-воздействия обуславливает наибольшую глубину проникновения, усиление внутриклеточной регенерации, коррекцию микроциркуляторных и гемореологических расстройств и активизацию капиллярного кровотока [1–3]. Учитывая отсутствие единого мнения о механизмах действия лазерного излучения на клеточном уровне, представлялось актуальным изучить влияние низкоинтенсивного инфракрасного излучения на морфофункциональное состояние эритроцитов с помощью метода атомно-силовой микроскопии.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определить модуль упругости и силу адгезии мембран и степень агрегации эритроцитов у пациентов со стабильной стенокардией 2–3-го функциональных классов и оценить характер изменений этих параметров после курса неинвазивной инфракрасной лазеротерапии с помощью атомно-силовой микроскопии.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили в группе пациентов со стабильной стенокардией напряжения 2–3-го функциональных классов (СС 2–3 ФК), $n=22$, средний возраст $57,3 \pm 5,9$ лет. В качестве контроля использовали эритроциты практически здоровых лиц ($n=33$, средний возраст $54,6 \pm 4,8$ года). Локальные значения модуля упругости (E) и силы адгезии (F) эритроцитов определяли методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) на микроскопе NT-206 (ОДО «Микротест-машины», Беларусь). Эритроциты для исследования выделяли из венозной крови, предварительно стабилизированной этилендиаминтетраацетатом калия. Клетки отмывали фосфатным буфером, фиксировали 0,5%-м р-ром глутарового альдегида, отмывали дистиллированной водой, наносили на подложки из слюды и высушивали на воздухе в течение 2 ч [4]. Для исследований использовали стандартные кремниевые кантилеверы NSC 11 (MikroMasch, Эстония) с жесткостью 3 Н/м и радиусом закругления 50 нм. Степень агрегации эритроцитов оценивали по скорости их оседания в стеклянных капиллярах длиной 200 и диаметром 3 мм [5] с последующим построением кривой оседания и расчетом параметров агрегации клеток. Инфракрасную лазеротерапию проводили с использованием программно-аппаратного комплекса «ИКАР-01» (НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО, Беларусь), в котором используется лазер с длиной волны 1080 нм.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что у всех пациентов с СС 2–3 ФК значения E были выше ($107,9 \pm 6,9$ МПа), чем у практически здоровых лиц ($72,3 \pm 7,1$ МПа). При значениях $E > 100$ МПа имеет место тенденция к снижению данного показателя после курса инфракрасной лазеротерапии. При этом значения F увеличиваются, степень агрегации эритроцитов снижается. По результатам исследования микроциркуляции установлено, что после курса лазеротерапии имеет место снижение степени внутрисосудистых нарушений, преимущественно в капиллярах. Полученные в настоящей работе результаты согласуются с данными предыдущих исследований [3].

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По данным АСМ у пациентов с СС 2–3 ФК имеют место признаки увеличения жесткости мембран эритроцитов. После курса инфракрасной лазеротерапии характер изменений локальных механических свойств мембраны и агрегационной способности эритроцитов указывает на улучшение функционального статуса клеток, что сопровождается снижением степени выраженности внутрисосудистых нарушений микроциркуляции. Таким образом, низкоинтенсивная лазеротерапия является методом, способствующим улучшению реологических свойств крови, а метод АСМ может быть использован для контроля эффективности проводимой терапии.

■ ЛИТЕРАТУРА

1. Tsapaeva N., Chtchupak O., Shpilev B., Royanskay E. (1995) Low power laser therapy of cardiovascular diases. 1-st Congress of World Ass. for Laser Therapy: abstr. book. Ierusalem, pp. 232–33.
2. Tsapaeva N., Anchikova E., Konstantinova E., Tolstaya T., Mironova E. (2003) The new method of IR-laser therapy in patients with IHD complicated with diabetics used as pre-operative treatment in "by pass". 1st International East-West Conference on Cardiology. Bialystok, pp. 23–29.
3. Konstantinova E.E., Tsapaev V.G., Tsapaeva N.L., Milutin A.A. (1997) Sostoyanie sistema microtsirculyatsii i pokazateli gemoreologii pri ostruyh i hronicheskikh formah IBS [Micirculation state and hemorheological parameters at acute and chronic forms of IHD] Sb. nauchn.tr. BelNII kardiologii, Minsk, vyup.1: *Aktual'nyye voprosy kardiologii*, pp. 127–130.
4. Bull B.S., Caswell M., Ernst E. (1993) ISCH recommendation for measurements of erythrocyte sedimentation rate. *J.Clin. Pathol.*, vol. 46, pp. 198–203.

УДК 616.12-089.843-06

Курлянская Е.К., Островский Ю.П., Рачек Л.В., Шумовец В.В., Денисевич Т.Л.,
Троянова-Щуцкая Т.А., Крачак Д.И., Шатова О.Г.
Республиканский научно-практический центр «Кардиология», Минск, Беларусь

Kurlianskaya A., Ostrovskiy Y., Rachek L., Shumovets V., Denisevich T., Troyanova-Shchutskaia T.,
Krachak D., Shatova O.
Republican Scientific and Practical Center "Cardiology", Minsk, Belarus

Отдаленные результаты после ортотопической трансплантации сердца

Long-term results after orthotopic heart transplantation

Резюме

По данным 23-го регистра международного общества трансплантации сердца и легких в мире выполнено более 70 000 ортотопических трансплантаций сердца (ОТС) [1]. К настоящему времени годовая выживаемость реципиентов сердца достигла 85–90%, пятилетняя – 72%, более 10 лет – 23,9%, у 20% пациентов длительность наблюдения превышает 15–17 лет. В Республике Беларусь в течение 7 лет выполнено 242 ОТС. Выживаемость пациентов после трансплантации сердца составляет 77% через 1 год, 73% – через 2 года, 67% – через 5 лет, оставаясь