

ru/content/images/recommendation/vss\_rekomendacii.pdf (access date: 20.09.2016). (In Russ.)]

5. Починка И.Г., Стронгин Л.Г., Стручкова Ю.В. Вариабельность гликемии и желудочковые нарушения ритма у больных хронической сердечной недостаточностью, страдающих сахарным диабетом 2-го типа. *Кардиология*. 2013; (9): 47–51. [Pochinka I.G., Strongin L.G., Struchkova Yu.V. Variability of glycemia and ventricular rhythm disturbances in patients with chronic heart failure and type 2 diabetes mellitus. *Kardiologiya*. 2013; (9): 47–51. (In Russ.)]

6. Рабочая группа по диабету, предиабету и сердечно-сосудистым заболеваниям Европейского общества кардиологов в сотрудничестве с Европейской ассоциацией по изучению диабета Рекомендации по диабету, предиабету и сердечно-сосудистым заболеваниям EASD/ESC. *Рос. кардиол. ж.* 2014; 3 (107): 52–54. [The Task Force on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases of the European Society of Cardiology in collaboration with European Association for the Study of Diabetes. Guidelines on diabetes, pre-diabetes and cardiovascular disease of EASD/ESC. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal*. 2014; 3 (107): 52–54. (In Russ.)]

7. Beom J.W., Kim J.M., Chung E.J. et al. Corrected

*QT* interval prolongation during severe hypoglycemia without hypokalemia in patients with type 2 diabetes. *Diabet. Metab. J.* 2013; 37 (3): 190–195.

8. Brugada J., Brugada R., Brugada P. Pharmacological and device approach to therapy of inherited cardiac diseases associated with cardiac arrhythmias and sudden death. *J Electrocardiol.* 2000; 33: 41–47.

9. Christensen T.F., Cichosz S.L., Tarnow L. et al. Hypoglycaemia and *QT* interval prolongation in type 1 diabetes-bridging the gap between clamp studies and spontaneous episodes. *J. Diabet. Complications*. 2014; 28 (5): 723–728.

10. Cristensen T.F. *QT* interval prolongation during spontaneous episodes hypoglycaemia in type 1 diabetes: the impact of heart rate correction. *Diabetologia*. 2010; 53 (9): 2036–2041.

11. Nguyen L., Su S., Nguyen H.T. *Effects of hyperglycemia on variability of RR, QT and corrected QT intervals in type 1 diabetic patients*. Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. 2013; 1819–1822.

12. Ziegler D., Zentai C.P., Perz S. et al. Prediction of mortality using measures of cardiac autonomic dysfunction in diabetic and nondiabetic population: MONICA/KORA Augsburg cohort study. *Diabet. Care*. 2008; 31 (3): 556–561.

УДК 616.379-008.64: 616-009.85: 616-073.43

## УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ЭЛАСТОМЕТРИЯ КАК МЕТОД НЕОТЛОЖНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПЕРВЫХ ПРИЗНАКОВ ТРАНЗИТОРНОЙ ИШЕМИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ СИНДРОМЕ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ

Руслан Ильгизарович Фатыхов<sup>1\*</sup>, Иван Владимирович Ключкин<sup>1</sup>,  
Олюя Аркадьевна Ключкина<sup>2,3</sup>, Наиль Ахмадуллович Миннемуллин<sup>2</sup>,  
Магомед Нухкадиевич Насруллаев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия;

<sup>2</sup>Городская клиническая больница №7, г. Казань, Россия;

<sup>3</sup>Казанская государственная медицинская академия, г. Казань, Россия

Поступила 04.07.2016; принята в печать 26.07.2016.

**Реферат**

**DOI: 10.17750/KMJ2016-860**

**Цель.** Оценить эластометрические показатели, характерные для первых признаков транзиторной ишемии нижних конечностей при синдроме диабетической стопы.

**Методы.** В условиях Городской клинической больницы №7 г. Казани выполнены замеры модуля упругости Юнга у 12 пациентов с транзиторной ишемией при синдроме диабетической стопы. За основу методики и оценки параметров, характерных для мягких тканей нижней конечности, был взят разработанный нами ранее «Способ эластометрической диагностики тканевых изменений при синдроме диабетической стопы». Цветовое дуплексное сканирование артерий выполняли согласно стандартной методике линейным датчиком, работающим в диапазоне 5–10 МГц, начиная с дистальных отделов нижних конечностей. Замер ультразвуковой плотности осуществляли методом эластографии сдвиговой (поперечной) волны (Shear Wave Elastography) с использованием линейного широкополосного датчика частотой 4,0–15,0 МГц. Все показатели определяли в режиме реального времени.

**Результаты.** Повышение эластометрического индекса (модуля упругости Юнга) до 23,74±2,34 кПа (93,49±1,26%) в дистальном сегменте нижней конечности (на стопе) ассоциируется с развитием транзиторных расстройств в мягких конечностях при синдроме диабетической стопы, что не всегда можно выявить инвазивными методами исследования.

**Вывод.** Для оказания неотложной медицинской помощи при синдроме диабетической стопы рекомендуется эластографию сдвиговой волны; пациентам после установления диагноза «Сахарный диабет 2-го типа» необходимо контролировать состояние микроциркуляторного русла на нижних конечностях в динамике, что будет способствовать снижению риска необходимости хирургического лечения.

**Ключевые слова:** синдром диабетической стопы, ультразвуковая эластометрия, модуль упругости Юнга.

## ULTRASOUND ELASTOGRAPHY AS A METHOD OF EMERGENCY DIAGNOSIS OF THE FIRST SIGNS OF TRANSIENT ISCHEMIA OF THE LOWER LIMBS IN DIABETIC FOOT SYNDROME

R.I. Fatykhov<sup>1</sup>, I.V. Klyushkin<sup>1</sup>, Yu.A. Klyushkina<sup>2,3</sup>, N.A. Minnemullin<sup>2</sup>, M.N. Nasrullaev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kazan state medical university, Kazan, Russia;

<sup>2</sup>City clinical hospital №7, Kazan, Russia;

<sup>3</sup>Kazan state medical academy, Kazan, Russia

**Aim.** Evaluate the data of elastography characteristic for the first signs of transient ischemia of lower limbs in diabetes foot syndrome.

**Methods.** In Kazan city clinical hospital №7 measurement of Young's modulus of elasticity was performed in 12 patients with transient ischemia in diabetic foot syndrome. The methods and assessment of parameters typical for soft tissues of lower limbs we have developed earlier (patent «Method of elastography diagnosis of tissue changes in diabetic foot syndrome»). Color duplex scan of the arteries was performed according to standard method with the use of 5 to 10 MHz linear array probe starting from distal parts of limbs. Measurement of ultrasound density was performed with the use of shear wave elastography with 4 to 15 MHz wide-band linear probe. All parameters were measured in real time mode.

**Results.** Increase of elastomeric index (Young's modulus of elasticity) to  $23.74 \pm 2.34$  kPa ( $93.49 \pm 1.26\%$ ) in the distal segment of the lower extremity (on the foot) is associated with development of transient disorders in the lower limbs in diabetic foot syndrome, which is not always detected with invasive methods of diagnosis.

**Conclusion.** Shear wave elastography is recommended for emergency medical care in diabetic foot syndrome; patients after being diagnosed with type 2 diabetes should dynamically monitor microcirculation of lower limbs that will decrease the risk of need of surgical treatment.

**Keywords:** diabetic foot syndrome, ultrasound elastography, Young's modulus of elasticity.

Транзиторная ишемия у пациентов с синдромом диабетической стопы — специфический симптом, выражающийся в форме динамических кратковременных изменений кровотока в сегменте нижней конечности [1, 10]. Первые признаки нарушения кровоснабжения носят временный характер, и зачастую пациент не всегда акцентирует внимание на клинических проявлениях. Однако преходящее нарушение становится первым предиктором, свидетельствующим о развивающемся изменении питания мягких тканей [3, 5, 6]. Следовательно, необходимо рассматривать аспект регистрации указанных изменений у пациентов групп риска по угрозе прогрессирования ишемических расстройств при синдроме диабетической стопы.

Ишемия тканей — составляющая многофакторного комплекса патологических реакций. При регистрации трофических изменений необходимо замерить величины магистрального и тканевого кровотока, причём второй параметр наиболее объективен и точен [2, 9, 11].

Из применяемых лучевых методов диагностики актуально ультразвуковое исследование — неинвазивный способ, позволяющий быстро получить результат и оказать неотложную квалифицированную помощь. Следовательно, в разряд объективных и экспресс-мер регистрации транзиторных ишемических расстройств необходимо включить указанный способ лучевой диагностики [4, 7]. Комплексная оценка показателей кровоснабжения сегмента мягких тканей нижней конечности, ультразвуковая доплерография и эластометрия сдвиговой

волны своими результатами демонстрируют данные расстройств.

Цель работы — оценить эластометрические показатели, характерные для первых признаков транзиторной ишемии нижних конечностей при синдроме диабетической стопы.

Для выполнения поставленной цели был использован разработанный и описанный способ эластометрической диагностики тканевых изменений при синдроме диабетической стопы [8].

Были определены показатели сдвиговой волны у 12 пациентов, обратившихся в поликлиническое отделение ГАУЗ «Городская клиническая больница №7» г. Казани. Пациенты были без клинических признаков трофических изменений, но с ишемическими нарушениями. Последние выражались в виде эпизодических схваткообразных, ноющих болей в дистальных отделах нижних конечностей, купируемых самостоятельно.

Пациенты с первыми или периодическими повторяющимися признаками ишемии мягких тканей нижних конечностей обратились в стационар самостоятельно или по направлению участкового врача. После консультативного осмотра хирург направлял пациента в отделение лучевой диагностики, где осуществляли ультразвуковое доплерографическое исследование и определение модуля упругости Юнга.

Цветовое дуплексное сканирование артерий выполняли согласно стандартной методике, линейным датчиком, работающим в диапазоне 5–10 МГц, начиная с дистальных отделов нижних конечностей.

Замер ультразвуковой плотности осу-

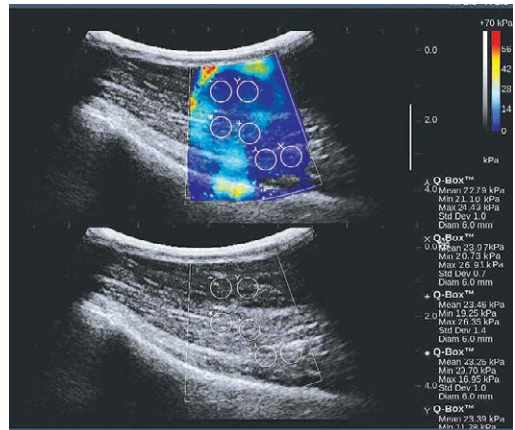
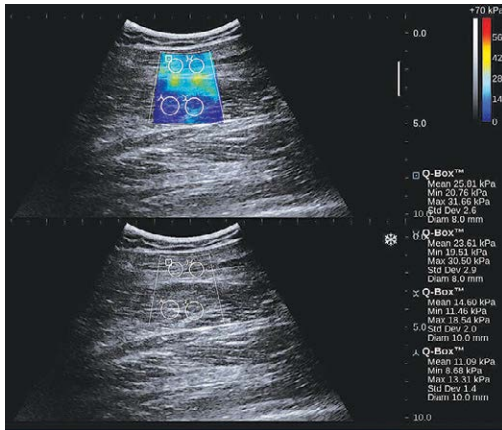


Рис. 1. Эластограмма мягких тканей при транзиторной ишемии нижних конечностей на уровне бедра и голени. Впервые установленный диагноз сахарного диабета 2-го типа. Определяется равномерное строение мышечного слоя

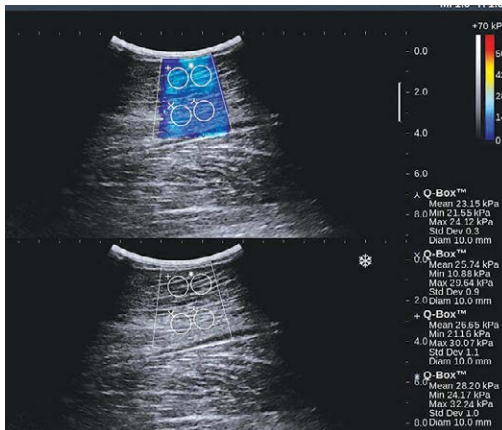


Рис. 2. Эластограмма мягких тканей стопы в точке проекции головок плюсневых костей при транзиторной ишемии нижних конечностей. Впервые установленный диагноз сахарного диабета 2-го типа. Определяется равномерное строение мышечного слоя

ществоляли методом эластографии сдвиговой (поперечной) волны (Shear Wave Elastography). Исследование проводили на аппарате Aixplorer (Supersonic Image, Франция) с использованием линейного широкополосного датчика частотой 4,0–15,0 МГц. Глубина сканирования не превышала 5 см, шкала значений модуля упругости Юнга 180 кПа. Оценку ультразвуковой жёсткости осуществляли в двух-четырёх зонах интереса, одинаковых по форме и размерам — Q-box. Ткани обладающие более жёсткой ультразвуковой структурой визуализировались красным цветом, менее жёсткие — синим. Промежуточная цветовая картограмма, содержащая зелёные и жёлтые тона, свидетельствовала о средней степени ультразвуковой жёсткости. Все показатели определяли в режиме реального времени. Затрачиваемое на исследование время вклю-

чало определение в зоне интереса значений модуля упругости Юнга (E):  $E_{min}$ ,  $E_{max}$ ,  $E_{mean}$ .

У подавляющего большинства пациентов регистрировалось сохранение магистрального типа кровотока ( $94,55 \pm 3,86\%$ ), линейной скорости  $96,14 \pm 2,48$  см/с ( $97,14 \pm 1,22\%$ ), индекса резистивности  $2,12 \pm 0,56$  ( $98,05 \pm 1,31\%$ ) и пульсативности  $6,47 \pm 1,36$  ( $97,8 \pm 1,33\%$ ). Комплекс «интима-медиа» с послышной дифференциацией прослеживался у всех пациентов. Визуализировали единичные очаги атеросклеротических изменений. Основываясь на данных замера параметров кровотока, выявили следующую особенность: изменения степени кровоснабжения в магистральной сети не определяются, несмотря на нарушение контуров и экзогенности стенок артериальных сосудов.

Ультразвуковую плотность мягких тканей нижних конечностей можно проследить по рис. 1 и 2.

Параметры ультразвуковой упругости на данных участках были в пределах нормы, описанной в патенте [8]: на бедре ультразвуковая упругость варьировала в пределах  $24,92 \pm 1,62$  кПа ( $95,19 \pm 1,44\%$ ), на голени —  $26,14 \pm 1,11$  кПа ( $95,33 \pm 1,26\%$ ).

Приведённые эластограммы демонстрировали отсутствие изменений, клинически подтверждаемых описанной выше картиной жалоб. Данный факт свидетельствовал о восходящем процессе ишемических изменений при синдроме диабетической стопы. В дистальном сегменте (на стопе) эластометрический индекс повышается до  $23,74 \pm 2,34$  кПа ( $93,49 \pm 1,26\%$ ).

После выполненного исследования пациенты были направлены на госпитализацию в ангиохирургическое отделение, где

им была проведена корригирующая терапия, назначенная совместно с терапевтом и эндокринологом.

Симптомы патологического состояния развиваются постепенно, в прямой зависимости от степени сосудистых функциональных нарушений. Неблагоприятные факторы труда и быта, охлаждение и наличие хронических заболеваний приводят к обострению, именно с данными обстоятельствами связывают пациенты свои жалобы.

Примечательно, что начало заболевания отследить не удавалось, так как в период компенсации субъективных или объективных жалоб на изменения в конечностях нет. Это обусловлено развитием коллатеральной сети, которая обеспечивает компенсацию возникшей и/или нарастающей недостаточности кровообращения.

Квалифицированное оказание медицинской помощи включало тщательный диагностический подход, позволяющий увеличить вероятность регистрации ранних преходящих форм ишемических расстройств. Реализация поставленной цели осуществляется с использованием нового метода лучевой диагностики — эластографии сдвиговой волны. Преимущества указанного способа выражаются в возможности оценки состояния микроциркуляторного кровоснабжения региона в *on-line* режиме, что позволяет сформировать полноценную картину и определить критерии, необходимые для терапии.

Результаты проведенного ранее анализа позволили установить следующее:

- при наличии в анамнезе сахарного диабета 2-го типа без выраженной клинической картины ишемических расстройств доплерографический метод менее чувствителен, чем ультразвуковая эластометрия;

- создание динамической объемной картины при ишемических расстройствах на нижних конечностях позволяет оценить эффективность курса терапии;

- своевременность и индивидуальность диагностического подхода обеспечивали снижение риска быстрого прогрессирования необратимых патологических процессов в мягких тканях нижних конечностей при угрозе синдрома диабетической стопы [6, 7, 9].

Ультразвуковая эластометрия позволяет зарегистрировать локальное изменение кровоснабжения. При ранних формах проявления синдрома диабетической стопы присутствует повышение ультразвуковой плотности мягких тканей в дистальном сег-

менте конечности, что свидетельствует об усилении кровоснабжения.

## ВЫВОДЫ

1. Для оказания неотложной медицинской помощи в аспекте своевременной диагностики транзиторных ишемических нарушений, при синдроме диабетической стопы рекомендовано применение нового метода — эластографии сдвиговой волны. Его использование на уровне первичного осмотра позволяет обоснованно подойти к проблеме лечения и профилактики.

2. Мы рекомендуем пациентам после установления диагноза «Сахарный диабет 2-го типа» обязательно контролировать состояние микроциркуляторного русла нижних конечностей в динамике, что будет способствовать снижению риска необходимости оказания хирургического лечения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мыскина Н.А., Токманова А.Ю., Анциферов М.Б. Процесс репарации трофических язв у больных сахарным диабетом. *Пробл. эндокринолог.* 2004; (2): 34–38. [Myskina N.A., Tokmanova A.Yu., Antsiferov M.B. Process of a reparation of trophic ulcers at patients with a diabetes mellitus. *Problemy endokrinologii.* 2004; (2): 34–38. (In Russ.)]
2. Павелкин А.Г., Беляев А.Н. Оценка эффективности тромболитической терапии при осложнённых формах диабетической стопы. *Мед. альманах.* 2012; 4 (23): 88–92. [Pavelkin A.G., Belyaev A.N. Evaluating the effectiveness of thrombolytic therapy in complicated forms of diabetic foot. *Meditsinskiy al'manakh.* 2012; 4 (23): 88–92. (In Russ.)]
3. Павлова М.Г., Гусов Т.В., Лаврищева Н.В. Синдром диабетической стопы. *Трудный пациент.* 2006; (1): 25–28. [Pavlova M.G., Gusov T.V., Lavrishcheva N.V. Diabetic foot syndrome. *Trudnyy patsient.* 2006; (1): 25–28. (In Russ.)]
4. Редькин Ю.А., Бахарев И.В. Синдром диабетической стопы: диагностика, лечение, профилактика. *Качество жизни.* М.: Медицина. 2003; 33–41. [Red'kin Yu.A., Bakharev I.V. *Sindrom diabeticheskoy stopy: diagnostika, lechenie, profilaktika. Kachestvo zhizni.* (Diabetic foot syndrome: diagnosis, treatment, prevention. Quality of life.) Moscow: Meditsina. 2003; 33–41. (In Russ.)]
5. Сергеева-Кондраченко М.Ю. *Диабетическая нейропатия.* М.: Ремедиум — Поволжье. 2012; 17–25. [Sergeeva-Kondrachenko M.Yu. *Diabeticheskaya neyropatiya.* (Diabetic neuropathy) Moscow: Remedium — Povolzh'e. 2012; 17–25. (In Russ.)]
6. Фатыхов Р.И. Комбинированная ультрасонография в определении стадии течения и лечебной тактики при острых гнойных заболеваниях пальцев кисти. *Казанский мед. ж.* 2008; (5): 671–673. [Fatykhov R.I. Combined ultrasonography in treatment of acute suppurative disease of the fingers. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal.* 2008; (5): 671–673. (In Russ.)]
7. Фатыхов Р.И., Ключкин И.В. Основные факторы построения консервативной терапии с оценкой её эффективности методом электротермометрии при

синдроме диабетической стопы. *Фундаментал. исслед.* 2012; 5 (2): 355–358. [Fatykhov R.I., Klyushkin I.V. Major factors of construction conservative therapy with an estimation of its efficiency an electrothermometry method at a syndrome of diabetic foot. *Fundamental'nye issledovaniya.* 2012; 5 (2): 355–358. (In Russ.)]

8. Фатыхов Р.И., Ключкин И.В., Диомидова В.Н., Петрова О.В. *Способ эластометрической диагностики тканевых изменений при синдроме диабетической стопы.* Патент №2499544. Бюлл. №33 от 27.11.2013. [Fatykhov R.I., Klyushkin I.V., Diomidova V.N., Petrova O.V. *Method of elastography diagnosis of tissue changes in diabetic foot syndrome.* Patent №2499544. Bull. №33 issued at 27.11.2013. (In Russ.)]

9. Фатыхов Р.И., Ключкин И.В., Ключкина Ю.А. Современный взгляд на проблему осложнений сахарного диабета. *Фундаментал. исслед.* 2013; 3 (1): 206–210. [Fatykhov R.I., Klyushkin I.V., Klyushkina Yu.A. Modern view on diagnostics problem diabetes complications. *Fundamental'nye issledovaniya.* 2013; 3 (1): 206–210. (In Russ.)]

10. Altland O.D. Low-intensity ultrasound increases endothelial cell nitric oxide synthase activity and nitric oxide synthesis. *J. Thromb. Haemost.* 2004; 2: 637–643.

11. Bode B. Ultrasound-guided fine needle aspirations of PET-CT findings during staging of malignancies. *Ultrasound Med. Biol.* 2011; 37 (8): 28.04.

УДК 616.12-008.46: 616.24-008.47: 616.12-009.86

## КАРДИОПУЛЬМОНАЛЬНЫЙ СИНДРОМ И АДРЕНОРЕАКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗМА

*Вioletta Маратовна Газизянова<sup>1</sup>\*, Ольга Васильевна Булашова<sup>1</sup>,  
Алсу Анваровна Насыбуллина<sup>1</sup>, Зульфья Анасовна Шайхутдинова<sup>2</sup>,  
Алла Анатольевна Подольская<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия;

<sup>2</sup>Городская клиническая больница №7, г. Казань, Россия

Поступила 19.09.2016; принята в печать 27.09.2016.

**Реферат**

**DOI: 10.17750/КМЖ2016-864**

**Цель.** Изучение β-адренореактивности мембраны клетки у пациентов с различными вариантами клинического течения сердечной недостаточности в сочетании с хронической обструктивной болезнью лёгких.

**Методы.** Обследованы 120 пациентов с сердечной недостаточностью, в том числе 68 больных с сердечной недостаточностью в сочетании с хронической обструктивной болезнью лёгких. Проведена оценка клинического течения хронической сердечной недостаточности, качества жизни пациентов, а также изучена β-адренореактивность организма.

**Результаты.** Адренореактивность организма при хронической сердечной недостаточности в сочетании с хронической обструктивной болезнью лёгких была почти в 2 раза выше и составила 55,4±18,8 ед., тогда как только при хронической сердечной недостаточности — 29,5±8,5 ед. Отмечено нарастание β-адренореактивности организма пропорционально ухудшению клинического течения хронической сердечной недостаточности у всех пациентов, что в большей степени отмечалось при присоединении заболевания бронхолегочной системы. Респонденты с сердечной недостаточностью в коморбидности с хронической обструктивной болезнью лёгких с большей частотой встречались в интервале высоких значений β-адренореактивности мембраны клетки.

**Вывод.** Результаты проведённого исследования подтверждают повышение активности симпатико-адреналовой системы при сердечной недостаточности в сочетании с хронической обструктивной болезнью лёгких, что ухудшает клиническое течение сердечной недостаточности.

**Ключевые слова:** хроническая сердечная недостаточность, хроническая обструктивная болезнь лёгких, β-адренореактивность

### CARDIOPULMONARY SYNDROME AND ADRENOREACTIVITY OF AN ORGANISM

*V.M. Gazizyanova<sup>1</sup>, O.V. Bulashova<sup>1</sup>, A.A. Nasybullina<sup>1</sup>, Z.A. Shaykhutdinova<sup>2</sup>, A.A. Podol'skaya<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Kazan state medical university, Kazan, Russia;

<sup>2</sup>City clinical hospital №7, Kazan, Russia

**Aim.** To study β-adrenoreactivity of the cell membrane in patients with different variants of heart failure in association with chronic obstructive pulmonary disease.

**Methods.** 120 heart failure patients including 68 of them who suffer from concomitant chronic obstructive pulmonary disease were evaluated. Assessment of clinical features of heart failure, patients' quality of life and study of β-adrenoreactivity were performed.

**Results.** Adrenoreactivity of an organism in heart failure and concomitant chronic obstructive pulmonary disease was 2 times higher and was 55.4±18.8 U and in heart failure only it was 29.4±8.5 U. Intensification of β-adrenoreactivity was found to be proportional to worsening of clinical features of chronic heart failure in all patients that was more prominent in patients with pulmonary disease. Responders with heart failure in association with chronic obstructive pulmonary disease had higher values of β-adrenoreactivity of cell membranes more frequently.

**Conclusion.** The results of our investigation confirm increased activity of sympathetic system in heart failure and concomitant chronic obstructive pulmonary disease that worsens clinical manifestations of heart failure.

**Keywords:** chronic heart failure, chronic obstructive pulmonary disease, β-adrenoreactivity.