

УДК 615.831.6

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ В КРОВИ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО С-РЕАКТИВНОГО БЕЛКА У ПАЦИЕНТОВ С МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВНУТРИВЕННОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Н.М. Бурдули, М.Д. Лагкуев, Е.Ю. Гиреева

Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ, Россия

Резюме

Настоящая статья посвящена изучению влияния внутривенного лазерного излучения (ВЛОК) на показатели эластичности сосудистой стенки и концентрацию С-реактивного белка (всРБ) у пациентов с метаболическим синдромом (МС). *Материал и методы.* Проведено обследование и лечение 154 пациентов с МС (средний возраст – $36,5 \pm 3,6$ года). Все пациенты были разделены на 2 группы: контрольную (32 пациента) и основную (122 пациента). У пациентов в контрольной группе для лечения использовалась медикаментозная терапия в соответствии со стандартом лечения МС: гиполипидемическая терапия, гипогликемические препараты, антигипертензивная терапия. Пациенты основной группы наряду с медикаментозной терапией получали курс внутривенной лазерной терапии по методике ВЛОК-405 с использованием аппарата «Матрикс-ВЛОК» («Матрикс», Россия) с длиной волны 0,405 мкм, выходной мощностью на торце магистрального световода 1–1,5 мВт. Лазерное облучение крови проводили в течение 15 мин в непрерывном режиме излучения, курс лечения составлял 10 ежедневных процедур с перерывом на субботу и воскресенье. Уровень всРБ определяли на анализаторе «Beckman Coulter» AU480 («Бекмен Култер», США) с использованием диагностических наборов фирмы «Beckman Coulter». Для оценки состояния эластических свойств сосудов использовали метод определения скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) с помощью сфигмографической приставки АПК «Поли-Спектр-12» (ООО «Нейрософт», Иваново). *Результаты.* Установлено положительное влияние ВЛОК на эластичность сосудистой стенки, заключающееся в снижении показателей скорости распространения пульсовой волны по сосудам мышечного и эластического типов до показателей нормы; также под действием ВЛОК выявлено снижение концентрации всРБ до показателей, полученных в группе здоровых. *Выводы.* ВЛОК может применяться в качестве метода лечения метаболического синдрома, так как лазерная терапия способствует достоверному снижению изначально повышенного уровня СРБ у этих пациентов, вероятнее всего, связанного с субклиническим воспалением в сосудистой стенке, вызванным инсулинорезистентностью и гиперлипидемией, а также снижает показатели скорости распространения пульсовой волны по сосудам обоих типов, тем самым улучшая упруго-эластические свойства сосудистой стенки.

Ключевые слова: метаболический синдром, лазерная терапия, С-реактивный белок, эластичность сосудистой стенки.

Для цитирования: Бурдули Н.М., Лагкуев М.Д., Гиреева Е.Ю. Динамика показателей скорости распространения пульсовой волны и концентрации в крови высокочувствительного С-реактивного белка у пациентов с метаболическим синдромом под влиянием низкоинтенсивного лазерного излучения // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23. – Вып. 4. – С. 16–20.

Контакты: Лагкуев М.Д., e-mail: sapickaya@mail.ru

DYNAMICS OF PULSE WAVE PROPAGATION VELOCITY AND CONCENTRATION OF HIGH SENSITIVE C-REACTIVE PROTEIN IN BLOOD OF PATIENTS WITH METABOLIC SYNDROME UNDER INTRAVENOUS LASER BLOOD IRRADIATION

Burduli N.M., Lagkuev M.D., Gireeva E.Yu.

North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russian Federation

Abstract

Purpose. The presented trial was aimed to study the influence of intravenous laser blood irradiation (ILBI) at the elasticity of vascular walls and at the concentration of C-reactive protein (hsCRP) in patients with metabolic syndrome (MS). *Material and methods.* 154 patients with MS (average age 36.5 ± 3.6 year) were examined and treated. All patients were divided into two groups: control group (32 patients) and studied group (122 patients). In the control group, MS was treated with the standard medicamentous approach: lipid-lowering therapy, hypoglycemic drugs, antihypertensive therapy. Patients from the studied group, in addition to medicamentous treatment, had a course of laser therapy by the ILBI technique (VLOK-405). Laser device “Matrix-VLOK” (Matrix Ltd, Russia) with wavelength 0.405 mkm, output power at the tip of main fiber 1–1.5 mW was used. Laser irradiation of blood lasted for 15 minutes in continuous mode; therapy course had 10 daily procedures with an interval for Saturday and Sunday. The hsCRP level was defined with Beckman Coulter AU480 analyzer (Beckman Coulter, USA) and Beckman Coulter diagnostic kits. To assess the elastic properties of blood vessels, the pulse wave propagation velocity (SRW) technique with Poly-Spectrum-12 sphygmographic attachment (Neurosoft Ltd, Ivanovo) was used. *Results.* ILBI has been found to have a positive effect at the elasticity of vascular walls which was manifested with reducing the pulse wave propagation velocity via vessels of muscle and elastic types till normal limits; ILBI also decreased hsCRP concentration till parameters which were seen in healthy subjects. *Conclusion.* ILBI can be used as a method of treating the metabolic syndrome, since laser therapy helps to significantly reduce the initially elevated levels of CRP in such patients which, most likely, is associated with subclinical inflammation in the vascular wall caused by the insulin resistance and hyperlipidemia. ILBI also reduces the pulse wave propagation velocity via vessels of both types, thereby improving elastic properties of the vascular wall.

Keywords: metabolic syndrome, intravenous laser blood irradiation, pulse wave, high sensitivity C-reactive protein, obesity.

For citation: Burduli N.M., Lagkuev M.D., Gireeva E.Yu. Dynamics of pulse wave propagation velocity and high sensitive C-reactive protein in patients with metabolic syndrome under intravenous laser blood irradiation. *Lazernaya Medicina*. 2019; 23 (4): 16–20. [In Russ.].

Contacts: Lagkuev M.D., e-mail: sapickaya@mail.ru

Введение

Метаболический синдром (МС) – комплекс метаболических, гормональных и клинических нарушений, тесно ассоциированных с сахарным диабетом (СД) 2-го типа и являющихся факторами риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), в основе которого лежит инсулинорезистентность (ИР) и компенсаторная гиперинсулинемия (ГИ). Многочисленные исследования последних лет свидетельствуют о том, что заболеваемость и смертность от ССЗ в значительной мере определяется наличием факторов риска. Известно множество средовых и генетических факторов, которые в той или иной степени способствуют развитию ССЗ, в первую очередь атеросклероза и ишемической болезни сердца (ИБС). Три наиболее значимых фактора: ожирение, артериальная гипертензия (АГ) и гиперхолестеринемия – обуславливают 50% риска развития ИБС. По данным ВОЗ, в индустриальных странах среди взрослого населения распространенность АГ составляет 12–38%, гиперлипидемии – 20–45%, ожирения – 30%, СД 2-го типа – 4%. Эти мощные атерогенные факторы имеют тенденцию к слиянию, что усиливает их суммарный коронарный риск. Таким образом, МС в настоящее время рассматривается как сложный, часто встречающийся фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета [6].

Начиная с 70-х годов прошлого столетия стали появляться исследования, показывающие взаимосвязь между вялотекущим хроническим воспалением и прогрессированием атеросклероза [9]. С появлением высокочувствительного метода определения С-реактивного белка (СРБ) стало возможным анализировать уровень этого показателя в диапазоне низких значений (≤ 5 –10 мг/л), превышение которых ассоциировалось с наличием субклинического воспаления. При добавлении новых, более точных факторов удается лучше стратифицировать риск развития ССЗ и их осложнений. Более того, в клинических исследованиях установлено, что устранение субклинического воспаления путем медикаментозного вмешательства приводит к снижению сердечно-сосудистого риска [11]. Несмотря на то что до настоящего времени нет единого мнения относительно использования высокочувствительного СРБ в клинической практике, данный маркер воспаления является наиболее перспективным и соответствует большинству критериев применимого в практике маркера [10]. С позиции усовершенствования факторов риска для пациентов с МС определение концентрации высокочувствительного СРБ представляет большой интерес.

В настоящее время накоплены данные, позволяющие рассматривать в качестве фактора риска сердечно-сосудистых осложнений состояние стенки крупных сосудов, особенно показатели сосудистой жесткости [4]. Жесткость сосудистой стенки оказывает существенное влияние на соотношение систолического (САД) и диастолического артериального давления (ДАД). Вследствие повышения жесткости сосудистой стенки происходит снижение демпфирующей функции крупных артерий и преждевременное возвращение в кровоток отраженной волны. Сочетание этих патологических феноменов

способствует повышению САД и одновременному снижению ДАД и, соответственно, увеличению пульсового давления (ПД). Установлено, что у больных АГ повышение жесткости артерий является предиктором сердечно-сосудистых катастроф [8].

Данные положения определяют актуальность и научно-практическую значимость поиска новых эффективных методов воздействия на механизмы структурно-функциональных нарушений артериального русла при МС, положительно влияющих на показатели упруго-эластических свойств сосудистой стенки.

Литературные данные свидетельствуют, что ВЛОК оказывает спазмолитический и противовоспалительный эффект, активизирует иммунную систему, улучшает микроциркуляцию и реологические свойства крови, повышает фагоцитарную активность макрофагов и неспецифическую резистентность организма, способствует коррекции различных метаболических нарушений [5]. Однако при проведении литературного обзора нам не удалось найти достоверных источников, в которых бы упоминалось об изучении действия ВЛОК на упруго-эластические свойства сосудов артериального русла и концентрацию в СРБ у пациентов с МС.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния внутривенного лазерного облучения на динамику показателей скорости распространения пульсовой волны и концентрацию высокочувствительного С-реактивного белка у пациентов с метаболическим синдромом и разработка метода лечения МС.

Материал и методы

В исследовании приняли участие 154 пациента с МС, из них 48 мужчин и 106 женщин в возрасте от 28 до 45 лет. Средний возраст составил $36,5 \pm 3,6$ года. Диагноз МС устанавливался согласно рекомендациям экспертов Всероссийского научного общества кардиологов (ВНОК) по диагностике и лечению метаболического синдрома (второй пересмотр): основной критерий – центральный (абдоминальный) тип ожирения – окружность талии (ОТ) более 80 см у женщин и более 94 см у мужчин, а также дополнительные критерии: уровень АД > 140 и 90 мм рт. ст., повышение уровня триглицеридов ($\geq 1,7$ ммоль/л), снижение уровня ХС ЛПВП ($< 1,0$ ммоль/л у мужчин; $< 1,2$ ммоль/л у женщин), повышение уровня ХС ЛПНП $> 3,0$ ммоль/л, нарушенная толерантность к глюкозе (НТГ) – повышенный уровень глюкозы плазмы через 2 ч после нагрузки 75 г безводной глюкозы, нарушенная гликемия натощак (НГН) – $\geq 6,1$ и $< 7,0$ ммоль/л. При наличии 3 критериев, 1 основного и 2 дополнительных, пациента включали в исследование. У всех пациентов провели сбор жалоб и данных анамнеза, все были проконсультированы эндокринологом на предмет наличия СД.

В исследование включались пациенты, отвечающие следующим критериям: мужчины и женщины в возрасте от 28 до 45 лет, наличие МС, информированное согласие пациента. В исследование не включались больные с артериальной гипертензией III степени; симптоматической артериальной гипертензией; хронической сердечной не-

достаточностью; нарушением сердечного ритма и проводимости; с перенесенным в прошлом инфарктом миокарда или инсультом; с воспалительными процессами любой локализации; с онкологическими заболеваниями.

Все пациенты были случайным образом поделены на 2 группы: контрольную (32 пациента) и основную (122 пациента). В контрольной группе для лечения использовали традиционную медикаментозную терапию в соответствии с симптомами МС: препараты для нормализации массы тела (орлистат), гиполипидемическую терапию (аторвастатин), сахароснижающие препараты (метформин), антигипертензивную терапию (ИАПФ-лизиноприл, эналаприл, БРА-валсартан, телмисартан), а также немедикаментозную терапию: рекомендации по рациональному питанию и физическим нагрузкам.

Пациенты в основной группе наряду с традиционной терапией получали курс внутривенной лазерной терапии по методике ВЛОК-405. Для внутривенной лазерной терапии использовали аппарат «Матрикс-ВЛОК» («Матрикс», Россия) с длиной волны 0,405 мкм, выходной мощностью на торце магистрального световода 1–1,5 Вт. Лазерное облучение крови проводили в течение 15 минут в непрерывном режиме излучения, курс лечения составлял 10 ежедневных процедур с перерывом на субботу и воскресенье. Обследование больных проводили утром в первый–второй день и через 21 день после окончания курса лазерной терапии.

С целью изучения влияния ВЛОК на упруго-эластические свойства сосудов нами была исследована динамика показателей скорости распространения пульсовой волны по сосудам эластического и мышечного типов в процессе лечения. Для оценки состояния эластических свойств сосудов использовали метод определения скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) с помощью сфигмографической приставки АПК «Поли-Спектр-12» (ООО «Нейрософт», Иваново). Сфигмометрию проводили в стандартных условиях. Исследовали СРПВ по сосудам эластического типа (СРПВэ) и по сосудам мышечного типа (СРПВм). Для определения СРПВэ производили синхронную запись сфигмограмм сонной и бедренной артерии, СРПВм – сонной и лучевой артерии. СРПВэ и СРПВм рассчитывали как отношение расстояния между точками расположения датчиков ко времени прохождения пульсовой волны на сегменте сосудистого русла.

Уровень вЧСРБ определяли на анализаторе «Beckman Coulter» AU480 («Бекмен Культер», США) с использованием аттестованных диагностических наборов. Согласно рекомендациям American Heart Association, вЧСРБ изучался в градациях низкого, среднего и высокого сердечно-сосудистого риска. За повышенный уровень принимали значения вЧСРБ ≥ 3 мг/л.

Обработка полученных данных осуществлялась при помощи Microsoft Excel с надстройкой AtteStat [1]. Применяли современные методы статистической обработки: параметрический и непараметрический t-критерии Стьюдента для анализа связанных и несвязанных выборок [2, 3, 7]. Статистически значимыми считали различия при значениях $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

При исследовании упруго-эластических свойств сосудов до лечения у всех пациентов с МС было выявлено достоверное увеличение исходных показателей жесткости сосудов (табл. 1).

Так, средняя величина скорости распространения пульсовой волны по сосудам эластического типа (СРПВэ) в основной группе до лечения составила $12,36 \pm 1,12$ м/с ($p < 0,05$), а в контрольной группе $12,17 \pm 0,97$ м/с ($p < 0,05$).

После лечения в основной группе скорость распространения пульсовой волны по сосудам эластического типа существенно снизилась, до $9,01 \pm 1,09$ м/с ($p < 0,05$), и практически достигла показателей в группе здоровых лиц. В контрольной группе показатели СРПВэ также немного снизились, но это снижение носило статистически недостоверный характер.

Показатели скорости распространения пульсовой волны по сосудам с преобладанием мышечного компонента (СРПВм) до лечения также были достоверно повышены в обеих группах и составили $12,85 \pm 1,17$ м/с ($p < 0,05$) в основной группе и $12,71 \pm 1,01$ м/с ($p < 0,05$) в контрольной группе (табл. 2).

Данные, представленные в табл. 2, свидетельствуют о том, что после проведения лечения с включением лазерной терапии снижение показателя СРПВм наблюдается только в основной группе. В этой группе произошло достоверное снижение величины СРПВм, составив значения, характерные для здоровых лиц (менее 10 м/с). Что касается контрольной группы, то снижение показателей СРПВм также произошло, но имело статистически недостоверный характер и не достигло уровня здоровых лиц.

Таблица 1

Показатели скорости распространения пульсовой волны по сосудам эластического типа (СРПВэ) у пациентов с метаболическим синдромом до и после лечения

Table 1

Indicators of pulse wave velocity propagation in elastic vessels (PWVP el) in patients with metabolic syndrome before and after treatment

Группы пациентов Groups of patients	СРПВэ, м/с PWVP el, m/s (M $\pm$ m)	
	До лечения Before treatment	После лечения After treatment
Контрольная группа (медикаментозная терапия) Control group (medicamentous therapy)	$12,17 \pm 0,97^*$	$11,76 \pm 1,14^{\#}$
Основная группа (медикаментозная терапия + внутривенная лазерная терапия) Studied group (medicamentous therapy + intravenous laser blood irradiation)	$12,36 \pm 1,12^*$	$9,01 \pm 1,09^{\#}$
Здоровые Healthy subjects	$8,91 \pm 1,36$	

Примечание. * $p < 0,05$ – при сравнении с показателями здоровых; $^{\#} p < 0,05$ – при сравнении основной и контрольной групп.

Note. * $p < 0.05$ – when compared with healthy subjects; $^{\#} p < 0.05$ – when comparing the studied and control groups.

Таблица 2

Показатели скорости распространения пульсовой волны по сосудам с преобладанием мышечного типа (СРПВм) у пациентов с метаболическим синдромом до и после лечения

Table 2

Indicators of pulse wave velocity propagation in vessels with predominant muscle type (PWVP mus) in patients with metabolic syndrome before and after treatment

Группы пациентов Groups of patients	СРПВм, м/с PWVP mus, m/s (M ± m)	
	До лечения Before treatment	После лечения After treatment
Контрольная группа (медикаментозная терапия) Control group (medicamentous therapy)	12,71 ± 1,01*	11,90 ± 1,17 [#]
Основная группа (медикаментозная терапия + внутривенная лазерная терапия) Studied group (medicamentous therapy + intravenous laser blood irradiation)	12,85 ± 1,17*	9,56 ± 1,13 [#]
Здоровые Healthy subjects	9,38 ± 2,45	

Примечание. * p < 0,05 – при сравнении с показателями здоровых; [#] p < 0,05 – при сравнении основной и контрольной групп.

Note. * p < 0.05 – when compared with healthy subjects; [#] p < 0.05 – when comparing the studied and control groups.

Таблица 3

Концентрация высокочувствительного СРБ у пациентов с метаболическим синдромом до и после лечения

Table 3

Concentration of highly sensitive CRP in patients with metabolic syndrome before and after treatment

Группы пациентов Groups of patients	Концентрация СРБ, мг/л CRP concentration, mg/l (M ± m)	
	До лечения Before treatment	После лечения After treatment
Контрольная группа (медикаментозная терапия) Control group (medicamentous therapy)	3,87 ± 0,54*	3,62 ± 0,33 [#]
Основная группа (медикаментозная терапия + внутривенная лазерная терапия) Studied group (medicamentous therapy + intravenous laser blood irradiation)	3,59 ± 0,40*	2,03 ± 0,34 [#]
Здоровые Healthy subjects	1,91 ± 0,25	

Примечание. * p < 0,05 – при сравнении с показателями здоровых; [#] p < 0,05 – при сравнении основной и контрольной групп.

Note. * p < 0.05 – when compared with healthy subjects; [#] p < 0.05 – when comparing the studied and control groups.

Высокочувствительный СРБ (вчСРБ) в настоящее время рассматривается как маркер субклинического воспаления при атеросклеротическом поражении сосудистой системы. Уровень вчСРБ от 3 до 10 мг/л является признаком вялотекущего воспалительного процесса и связан с высоким сосудистым риском. При исследовании исходных показателей субклинического воспаления у

пациентов с МС было выявлено достоверное повышение концентрации СРБ, определенного высокочувствительным методом. Так, в основной группе до лечения этот показатель составил $3,59 \pm 0,40$ мг/л ($p < 0,05$), а в контрольной группе – $3,87 \pm 0,54$ мг/л ($p < 0,05$). Данные, полученные в процессе обследования пациентов до и после лечения, представлены в табл. 3.

Как видно из табл. 3, концентрация СРБ после лечения существенно изменилась только в группе, где пациенты наряду с общепринятой терапией МС получали внутривенное лазерное облучение крови. Так, значение СРБ после лечения в основной группе практически достигло уровня здоровых людей и составило $2,03 \pm 1,07$ мг/л ($p < 0,05$). В то же время в контрольной группе, в которой пациенты получали только стандартную терапию, концентрация вчСРБ осталась практически без динамики и превышала показатели нормы.

Таким образом, данные нашего исследования демонстрируют, что у пациентов с МС регистрируется повышение исходных показателей жесткости сосудов эластического и мышечного типов. Это приводит к ремоделированию сердечно-сосудистой системы, к потере эластичности сосудистой стенки, нарушению микроциркуляции и в конечном счете к росту сосудистого сопротивления и стабилизации АД.

В данном исследовании только пациенты с МС, получавшие в комплексной терапии внутривенное лазерное облучение крови, достигли достоверного уменьшения показателей жесткости сосудов. На наш взгляд, это объясняется терапевтическим эффектом лазерной терапии, способностью вызывать релаксацию гладкомышечных клеток сфинктеров артериол, обуславливая улучшение микроциркуляции.

Заключение

Пациенты с МС изначально имеют повышенный уровень СРБ, вероятнее всего, связанный с субклиническим воспалением в сосудистой стенке, вызванным инсулинорезистентностью и гиперлипидемией, при этом внутривенная лазерная терапия способствует достоверному снижению его концентрации в сыворотке крови.

ВЛОК положительно влияет на упруго-эластические свойства артериальной стенки сосудов преимущественно эластического и мышечного типов, снижая показатели скорости распространения пульсовой волны до нормы.

Литература

1. Гайдышев И.П. Моделирование стохастических и детерминированных систем: Руководство пользователя программы AtteStat. – Курган, 2015. – 483 с.
2. Гельман В.Я. Медицинская информатика (практикум). – 2000. – 480 с.
3. Герасевич В.А. Компьютер для врача. Самоучитель. 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.
4. Иваненко В.В., Ротарь О.П., Конради А.О. Взаимосвязь показателей жесткости сосудистой стенки с различными сердечно-сосудистыми факторами риска // Артериальная гипертензия. – 2010. – Т. 15. – № 3 – С. 290–295.
5. Москвин С.В. К вопросу о механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) //

- Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. 15. – № 1. – С. 167–172.
6. Мурамцева Г.А., Концевая А.В., Ротарь О.П. и др. Распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний в российской популяции в 2012–2013 гг. Результаты исследования ЭССЕ-РФ // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2014. – Т. 13. – № 6. – С. 4–11.
7. Платонов А.Е. Статистический анализ в медицине и биологии: задачи, терминология, логика, компьютерные методы. – М., 2000. – С. 51.
8. Ротарь О.П., Иваненко В.В., Фурсова И.В. и др. Жесткость сосудистой стенки среди лиц с факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний // Артериальная гипертензия. – 2010. – Т. 16. – № 2. – С. 144–149.
9. Цибулькин Н.А., Тухватуллина Г.В., Цибулькина В.Н., Абдрахманова А.И. Воспалительные механизмы в патогенезе атеросклероза // Практическая медицина. – 2016. – № 4–2 (96). – С. 165–169.
10. Morrow D., Lemos J. Benchmarks for the Assessment of Novel Cardiovascular Biomarkers. *Circulation*. 2007; 115: 949–952.
11. Ridker P.M., Hennekens C.H., Buring J.E., Rifai N. C-reactive protein and other markers of inflammation in the prediction of cardiovascular disease in women. *N. Engl. J. Med.* 2000; 342: 836–843.
2. Gelman V.Ya. Medical Informatics (workshop). 2000: 480. [In Russ.].
3. Gerasevich V.A. Computer for physicians. Self-teacher. 2nd ed., Rev. SPb.: БХВ-Петербург, 2004: 512. [In Russ.].
4. Ivanenko V.V., Rotar O.P., Konradi A.O. Interrelation of vascular wall stiffness indices with various cardiovascular risk factors. *Arterialnaya hipertensia*. 2010; 15 (3): 290–295. [In Russ.].
5. Moskvina S.V. On the mechanisms of therapeutic action of low-level laser therapy (LLLT). *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2008; 15 (1): 167–172. [In Russ.].
6. Muromtseva G.A., Kontsevaya A.V., Rotar O.P. et al. Prevalence of risk factors for noncommunicable diseases in the Russian population in 2012–2013. Results of the study ESSE-RF. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2014; 13 (6): 4–11. [In Russ.].
7. Platonov A.E. Statistical analysis in medicine and biology: problems, terminology, logic, computer methods. M., 2000: 51. [In Russ.].
8. Rotar O.P., Ivanenko V.V., Fursova I.V. and others. Vascular wall stiffness among persons with cardiovascular risk factors. *Arterialnaya hipertenziya*. 2010; 16 (2): 144–149. [In Russ.].
9. Tsibulkin N.A., Tukhvatullina G.V., Tsibulkina V.N., Abdrakhmanova A.I. Inflammatory mechanisms in atherosclerosis pathogenesis. *Prakticheskaya meditsina*. 2016; 4 (96): 165–169. [In Russ.].
10. Morrow D., Lemos J. Benchmarks for the assessment of novel cardiovascular biomarkers. *Circulation*. 2007; 115: 949–952.
11. Ridker P.M., Hennekens C.H., Buring J.E., Rifai N. C-reactive protein and other markers of inflammation in the prediction of cardiovascular disease in women. *N. Engl. J. Med.* 2000; 342: 836–843.

References

1. Gaidyshev I.P. Modeling of stochastic and deterministic systems: *AtteStat user's Guide*. Kurgan, 2015: 483. [In Russ.].