

# Диагностическое значение определения модифицированных иммуноглобулинов G у больных с коронарным атеросклерозом

М. Х. Шогенова, Р. А. Жетишева, М. Р. Кабардиева, А. М. Карпов, Е. Е. Ефремов, В. П. Масенко, В. Г. Наумов

Российский кардиологический научно-производственный комплекс, г. Москва

**Цель исследования:** оценить диагностическое значение определения содержания липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) и иммуноглобулинов (Ig) G, модифицированных малоновым диальдегидом и метилглиоксалем, у больных с коронарным атеросклерозом.

**Материалы и методы.** В исследование были включены три группы пациентов мужского пола: больные с ангиографически документированным тяжелым стенозированием коронарного русла ( $> 50\%$ ,  $n = 50$ ), больные с начальными атеросклеротическими поражениями коронарного русла ( $\leq 50\%$ ,  $n = 20$ ) и группа условно здоровых пациентов без ишемической болезни сердца ( $n = 10$ ). Уровни сывороточных ЛПНП, модифицированных метилглиоксалем (МГ-ЛПНП) и малоновым диальдегидом (МДА-ЛПНП); IgG, модифицированных малоновым диальдегидом (МДА-IgG) и метилглиоксалем (МГ-IgG), были определены методом иммуноферментного анализа.

**Результаты.** Статистически значимых различий в уровнях МДА-ЛПНП и МГ-ЛПНП между обследованными группами обнаружено не было. Но титры МГ-IgG ( $p = 0,02$ ) и МДА-IgG ( $p = 0,01$ ) у здоровых лиц были значимо выше по сравнению с таковыми в группе с тяжелым стенозированием коронарного русла. У всех участников отмечалась высокая корреляционная связь между уровнями МДА-ЛПНП и МГ-ЛПНП ( $r = 0,62$ ;  $p = 0,0000$ ), а также между уровнями МДА-IgG и МГ-IgG ( $r = 0,79$ ;  $p = 0,0000$ ). Следует отметить и наличие умеренной корреляционной связи между уровнями МДА-ЛПНП, МГ-ЛПНП и содержанием МДА-IgG, МГ-IgG.

**Заключение.** В нашем клиническом исследовании у больных со значимым атеросклеротическим поражением коронарного русла наблюдались более низкие уровни МДА-IgG и МГ-IgG, чем у молодых здоровых лиц. Полученные нами данные подтверждают мнение, что возраст, иммунный статус и скорость метаболических процессов могут влиять на содержание сывороточных МДА-IgG и МГ-IgG. А корреляция между уровнями МДА-ЛПНП, МГ-ЛПНП и содержанием МДА-IgG, МГ-IgG не исключает возможность использования модифицированных IgG наряду с модифицированными ЛПНП при изучении процессов альдегидной модификации белков.

**Ключевые слова:** атеросклероз, окисленные липопротеиды низкой плотности, модифицированные липопротеиды низкой плотности, воспаление.

## Diagnostic Value of Measuring Modified Immunoglobulins G in Patients with Coronary Artery Atherosclerosis

M. Kh. Shogenova, R. A. Zhetisheva, M. R. Kabardieva, A. M. Karpov, E. E. Efremov, V. P. Masenko, V. G. Naumov

Russian Cardiology Research and Production Complex, Moscow

**Study Objective:** To evaluate the diagnostic value of measuring low-density malondialdehyde- and methylglyoxal-modified low-density lipoprotein (MDA-LDL and MG-LDL) and malondialdehyde- and methylglyoxal-modified immunoglobulins G in patients with coronary artery atherosclerosis.

**Materials and Methods:** The study included three groups of male patients: patients with severe coronary artery stenosis ( $> 50\%$ ) confirmed by angiography ( $n = 50$ ); patients with early signs of coronary artery atherosclerosis ( $\leq 50\%$ ,  $n = 20$ ); and apparently healthy patients who did not have ischemic heart disease ( $n = 10$ ). Serum levels of methylglyoxal- and malondialdehyde-modified low-density lipoproteins (MG-LDL and MDA-LDL) and malondialdehyde- and methylglyoxal-modified IgG (MDA-IgG and MG-IgG) were measured by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA).

**Study Results:** No significant difference in the levels of MDA-LDL and MG-LDL were seen between the study groups. However, in healthy people MG-IgG and MDA-IgG titres were significantly higher than in patients with severe coronary artery atherosclerosis ( $p = 0.02$  and  $p = 0.01$ , respectively). In all subjects, a strong correlation was observed between MDA-LDL and MG-LDL levels ( $r = 0.62$ ;  $p = 0.0000$ ) and between MDA-IgG and MG-IgG levels ( $r = 0.79$ ;  $p = 0.0000$ ). There was also a moderate correlation between MDA-LDL, MG-LDL, MDA-IgG, and MG-IgG levels.

**Conclusion:** In our clinical study, patients with significant coronary artery atherosclerosis had lower levels of MDA-IgG and MG-IgG than healthy young people. Our results support the suggestion that the person's age, immune status, and metabolic rate may affect their serum levels of MDA-IgG and MG-IgG. The correlation between MDA-LDL/MG-LDL and MDA-IgG/MG-IgG levels suggests that modified IgG can be used together with modified LDL in investigating aldehyde-mediated chemical modifications of proteins.

**Keywords:** atherosclerosis, oxidized low-density lipoproteins, modified low-density lipoproteins, inflammation.

Появляется все больше данных о том, что модифицированные ЛПНП обладают более атерогенными свойствами, чем нативные липопротеиды ЛПНП [1]. Окислительная модификация индуцирует образование иммуногенных эпитопов в молекулах ЛПНП, что приводит к появлению специфических антител против них [5]. Окисленные ЛПНП (ОкЛПНП) способствуют активации макрофагов и внутриклеточному накоплению эфиров холестерина (ХС),

оказывают цитотоксическое действие на эндотелиальные клетки, увеличивают тромбоцитарную активность, стимулируют миграцию и пролиферацию гладкомышечных клеток, тем самым инициируя развитие атеросклеротического процесса [4].

В связи с этим высказывается предположение, что содержание ОкЛПНП является более важным диагностическим маркером атеросклероза, чем таковое общего ХС и ЛПНП.

**Ефремов Евгений Евгеньевич** — к. б. н., руководитель лаборатории иммунохимии Научно-исследовательского института экспериментальной кардиологии ФГБУ «РКНПК» Минздрава России. 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а. E-mail: eefremov@cardio.ru

**Жетишева Радима Анатольевна** — аспирант отдела проблем атеросклероза ФГБУ «РКНПК» Минздрава России. 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а. E-mail: terowa@bk.ru  
(Окончание на с. 24)

ОкЛПНП считаются ключевым фактором локального воспаления и дестабилизации атеросклеротических бляшек. Доказана способность ОкЛПНП взаимодействовать с аутоантителами к ним, образуя иммунные комплексы, оказывающие дополнительное повреждающее действие на эндотелий.

В развитии и поддержании воспалительного процесса при атеросклерозе следует отметить и особо важную роль СРБ, который является высокочувствительным маркером воспаления и тканевой деструкции. Известна его способность связываться с ОкЛПНП и, накапливаясь в местах атеросклеротического поражения артерий, поддерживать системное и локальное хроническое воспаление, в связи с чем СРБ считается вторичным триггером обострения воспалительного процесса в бляшке [2, 3].

В 1983 г. была обнаружена новая форма СРБ, состоящая, в отличие от нативной формы, не из пентамеров, а из свободных мономеров СРБ. В настоящее время изучение роли мономерного СРБ (моноСРБ) в воспалительном ответе вызывает большой интерес, так как существующие данные свидетельствуют о том, что именно переход пентамерной формы СРБ в мономерную вызывает повышение концентрации компонентов воспалительного ответа, ускоряет агрегацию тромбоцитов и секрецию серотонина.

Следует признать, что имеющиеся в литературе данные о роли модифицированных ЛПНП и антител к ним в атеросклеротическом процессе зачастую противоречивы. Поэтому изучение данного вопроса остается актуальным, как и поиск средств воздействия на указанные показатели.

**Цель исследования:** оценить диагностическое значение определения содержания ЛПНП и Ig G, модифицированных малоновым диальдегидом и метилглиоксалем, у больных с коронарным атеросклерозом.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В исследование включили 80 мужчин в возрасте 28–68 лет, которых разделили на три группы. Первую группу составили 50 пациентов 45–68 лет с ангиографически документированным гемодинамически значимым (> 50%) стенозированием коронарного русла, вторую группу — 20 больных 45–68 лет с верифицированными при коронарной ангиографии начальными (≤ 50%) атеросклеротическими поражениями коронарных артерий (КА). В контрольную группу вошли 10 молодых (28–30 лет) практически здоровых добровольцев без клинических признаков ИБС. В *таблице 1* представлена клиническая характеристика обследованных групп.

Критериями исключения являлись острые инфекционные и воспалительные заболевания, постоянный прием НПВП или глюкокортикоидов, операция аортокоронарного шунтирования и эндоваскулярные вмешательства в анамнезе, перенесенные в течение последних 3 месяцев, инфаркт миокарда или ОНМК, хроническая почечная недостаточность, стенозы более 40% некоронарной локализации.

В лаборатории иммунохимии (руководитель — к. б. н. Е. Е. Ефремов) НИИ экспериментальной кардиологии Российского кардиологического научно-производственного комплекса (РКНПК) разработаны и апробированы методические подходы для определения следующих показателей:

- ЛПНП человека, модифицированные малоновым диальдегидом (МДА-ЛПНП);
- ЛПНП человека, модифицированные метилглиоксалем (МГ-ЛПНП);
- IgG человека, модифицированные малоновым диальдегидом (МДА-IgG);

Таблица 1

**Клиническая характеристика пациентов, включенных в исследование**

Показатели	1-я группа (n = 50)	2-я группа (n = 20)	3-я группа (n = 10)	P
Возраст, годы	58,5 (51,0–65,0)	58,5 (47,0–68,0)	29,5 (28,0–30,0)	p <sub>1-3</sub> = 0,00 p <sub>2-3</sub> = 0,00
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	30,0 (27,0–31,0)	28,5 (27,5–33,5)	23,5 (23,0–25,0)	p <sub>1-3</sub> = 0,003 p <sub>2-3</sub> = 0,00
Артериальная гипертензия, n (%)	44 (88)	17 (85)	–	0,74
Инфаркт миокарда, n (%)	23 (46)	2 (10)	–	0,04
Острое нарушение мозгового кровообращения, n (%)	3 (6)	–	–	–
Нарушения ритма сердца, n (%)	15 (30)	10 (50)	–	0,88
Сахарный диабет, n (%)	13 (26)	6 (30)	–	0,66
Курение, n (%)	36 (72)	10 (50)	–	0,86
Семейный анамнез сердечно-сосудистых заболеваний, n (%)	19 (38)	8 (40)	1 (10)	p <sub>1-3</sub> = 0,02 p <sub>2-3</sub> = 0,04

**Кабардиева Мадина Руслановна** — аспирант отдела проблем атеросклероза ФГБУ «РКНПК» Минздрава России. 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а. E-mail: kabardieva.madi@yandex.ru

**Карпов Александр Михайлович** — аспирант отдела проблем атеросклероза ФГБУ «РКНПК» Минздрава России. 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а. E-mail: karpovmd@gmail.com

**Масенко Валерий Павлович** — д. м. н., профессор, руководитель отдела нейрогуморальных и иммунологических исследований ФГБУ «РКНПК» Минздрава России. 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а. E-mail: massenko@mail.ru

**Наумов Владимир Геннадиевич** — д. м. н., профессор, ведущий научный сотрудник отдела проблем атеросклероза ФГБУ «РКНПК» Минздрава России. 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а. E-mail: cardionaum@yandex.ru

**Шогенова Марьяна Хабасовна** — к. м. н., врач-кардиолог приемного отделения ФГБУ «РКНПК» Минздрава России. 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а. E-mail: m-shogen@yandex.ru  
(Окончание. Начало на с. 23)

- IgG человека, модифицированные метилглиоксалем (МГ-IgG);
- моноСРБ.

В вышеуказанной лаборатории проводилось качественное определение аутоантител к ЛПНП, МГ-ЛПНП, МДА-ЛПНП, МГ-IgG и МДА-IgG методом твердофазного ИФА с использованием моноклональных антител, предоставленных лабораторией клеточной инженерии (руководитель — к. б. н. Т. Н. Власик). Результаты были представлены в относительных единицах (R) как отношение сигнала исследуемой пробы (A450) к величине сигнала в отрезной точке (cut-off). Количественное определение моноСРБ проводилось «сэндвич»-методом твердофазного ИФА на спектрофотометре «УНИПЛАН» фирмы ЗАО «ПИКОН» (Россия) при длине волны 450 нм. Для определения использовался тест-набор «Имтест-СРБ-моно» фирмы ООО «Имтек» (Россия).

У всех обследованных измеряли уровни в крови ОкЛПНП и аутоантител к ним, а также ключевых липидных (общий ХС, ЛПВП, ЛПНП, триглицеридов — ТГ) и воспалительных (высокочувствительного СРБ (вчСРБ), ИЛ-6) биомаркеров атеросклероза.

Исследование содержания вчСРБ в сыворотке крови проводили нефелометрическим методом на анализаторе белков крови «Беринг Нефелометр» (BN ProSpec, Dade Behring Marburg GmbH, Германия) с использованием реактивов фирмы Dade Behring. Уровень ИЛ-6 измеряли методом твердофазного хемилюминесцентного ИФА («сэндвич»-метод) на анализаторе IMMULITE 1000 (Siemens Diagnostics, США) с использованием реактивов фирмы IMMULITE. Концентрации ХС, ЛПНП, ЛПВП, ТГ определяли на многоканальном биохимическом анализаторе Architect C-800 (Abbott, США) с использованием ферментных наборов.

Математическая обработка полученных результатов проводилась с помощью пакета для статистического анализа данных Statistica 6. Количественные переменные описывали числом пациентов, верхним и нижним квартилями,

медианой. Оцениваемые показатели имели непараметрическое распределение, поэтому для проведения корреляционного анализа использовался ранговый коэффициент Спирмена. Для определения статистической значимости различий количественных признаков при попарном межгрупповом сравнении применяли U-критерий Манна — Уитни, для множественного межгруппового сравнения использовали тест медиан и критерий Краскела — Уоллиса, статистическая значимость присваивалась при значении  $p < 0,05$ . Для сопоставления групп по качественным признакам применяли метод  $\chi^2$ , точный критерий Фишера.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 2 представлены данные множественного межгруппового сравнения исследованных показателей с использованием теста Краскела — Уоллиса.

При дальнейшем попарном сравнении данных по методу Манна — Уитни выявлены статистически значимые различия. В группе с начальными изменениями КА при сравнении с группой со значимым стенозированием КА статистически значимо выше были уровни ХС ( $p = 0,03$ ) и ЛПВП ( $p = 0,02$ ), а при сравнении с группой здоровых добровольцев отмечали более высокое содержание ХС ( $p = 0,01$ ), ЛПНП ( $p = 0,01$ ) и ИЛ-6 ( $p = 0,001$ ). В группе со значимым стенозированием КА при сравнении с группой здоровых лиц выявлены значимо более высокие уровни ЛПНП ( $p = 0,03$ ), вчСРБ ( $p = 0,01$ ) и ИЛ-6 ( $p = 0,001$ ).

При множественном межгрупповом сравнении статистически значимой разницы между концентрациями сывороточных МДА-ЛПНП и МГ-ЛПНП во всех трех группах получено не было. Однако при попарном межгрупповом сравнении в группе здоровых добровольцев наблюдались значимо более высокие уровни МДА-IgG ( $p = 0,01$ ) и МГ-IgG ( $p = 0,02$ ) по сравнению с показателями группы с тяжелым стенозированием КА.

Как видно из рисунка 1, у всех участников отмечалась высокая корреляционная связь между уровнями МДА-ЛПНП

Таблица 2

### Множественное межгрупповое сравнение исследованных показателей, Me (LQ–UQ)

Показатели	1-я группа (n = 50)	2-я группа (n = 20)	3-я группа (n = 10)	P (множественное сравнение между тремя группами)
Холестерин, ммоль/л	4,67 (3,95–5,95)	5,24 (4,88–6,46)	4,12 (3,32–4,99)	0,001
Триглицериды, ммоль/л	1,57 (1,28–2,30)	1,82 (1,33–2,36)	1,30 (0,98–1,64)	0,580
Липопротеиды высокой плотности, ммоль/л	0,95 (0,88–1,04)	1,04 (0,95–1,22)	1,13 (0,90–1,54)	0,004
Липопротеиды низкой плотности (ЛПНП), ммоль/л	2,93 (2,36–3,85)	3,34 (2,87–4,37)	2,27 (1,83–2,73)	0,002
Высокочувствительный С-реактивный белок, мг/л	2,15 (1,08–4,55)	1,74 (0,63–5,12)	0,83 (0,44–1,50)	0,050
Интерлейкин 6, пг/мл	3,00 (2,00–4,00)	3,00 (2,00–4,00)	1,00 (1,00–1,00)	0,040
ЛПНП, модифицированные малоновым диальдегидом, R	0,77 (0,72–0,82)	0,79 (0,72–0,88)	0,84 (0,73–0,90)	0,280
ЛПНП, модифицированные метилглиоксалем, R	0,75 (0,70–0,87)	0,81 (0,69–1,03)	0,88 (0,80–1,31)	0,080
Иммуноглобулины G, модифицированные малоновым диальдегидом, R	0,82 (0,76–0,89)	0,88 (0,82–0,97)	0,92 (0,84–3,07)	0,020
Иммуноглобулины G, модифицированные метилглиоксалем, R	0,83 (0,75–0,89)	0,87 (0,81–0,94)	1,21 (0,86–4,86)	0,050
Мономерный С-реактивный белок, мЕ/мл	25,83 (11,50–40,65)	24,75 (16,43–38,25)	15,68 (2,00–25,00)	0,390

и МГ-ЛПНП ( $r = 0,62$ ;  $p = 0,0000$ ), а также между концентрациями МДА-IgG и МГ-IgG ( $r = 0,79$ ;  $p = 0,0000$ ).

Следует также отметить наличие умеренной корреляционной связи между уровнями МДА-ЛПНП, МГ-ЛПНП и содержанием МДА-IgG, МГ-IgG (табл. 3).

Статистически значимых различий в концентрациях вЧСРБ и ИЛ-6 у больных с различной степенью поражения КА не было. Но данные показатели были значимо выше у участников с коронарным атеросклерозом, чем у здоровых лиц (см. табл. 2). Значения моноСРБ во всех группах статистически значимых различий не имели, что вызывает интерес, т. к. была выявлена тесная корреляционная связь между уровнями моноСРБ и вЧСРБ ( $r = 0,75$ ;  $p = 0,0000$ ) и умеренная корреляционная связь между концентрациями моноСРБ и ИЛ-6 ( $r = 0,45$ ;  $p = 0,00003$ ) (рис. 2).

Обобщая результаты нашей работы, можно заключить, что уровни МДА-ЛПНП и МГ-ЛПНП не всегда отражают степень тяжести атеросклеротического процесса. Содержание МДА-ЛПНП и МГ-ЛПНП может не различаться у здоровых лиц и пациентов с тяжелым атеросклеротическим поражением коронарного русла, даже при наличии у последних более высоких уровней маркеров воспаления и показателей липидного профиля. Этот факт можно объяснить тем, что окислительная модификация ЛПНП в основном происходит в субэндотелиальном пространстве артериальной стенки, в связи с чем существует вероятность, что находящиеся в субэндотелии модифицированные ЛПНП просто не выявляются в общей циркуляции. Ранее сообщалось, что *in vivo* в кровотоке циркулируют модифицированные ЛПНП различной степени окисленности и с разным соотношением первичных и вторичных продуктов окисления [1], что также может затруднять определение модифицированных ЛПНП.

Тот факт, что в нашем исследовании у молодых здоровых лиц были выявлены более высокие уровни МДА-IgG и МГ-IgG, чем у больных ИБС с гемодинамически значимым стенозированием КА, наталкивает на мысль о роли состояния иммунной системы пациентов в иммунно-воспалительном ответе при атеросклерозе. То есть активность иммунных процессов у лиц старшего возраста, страдающих ИБС, может оказаться ниже, чем у молодых здоровых людей. Такая точка зрения базируется на том, что с возрастом

происходит инволюция лимфоидной ткани, ее замещение соединительной и жировой тканями, что сопровождается нарушением иммунокомпетентности, а также снижением гуморального и клеточного иммунного ответа на чужеродные антигены. Особенности возрастной динамики показателей иммунного статуса заключаются прежде всего в уменьшении общего числа Т- и В-лимфоцитов, изменении соотношения Т-хелперов и Т-супрессоров. Проллиферативная активность лимфоцитов при их стимуляции антигенами снижается, нарушается экспрессия рецепторов, отвечающих за межклеточные взаимодействия. Меняется уровень продукции цитокинов и сывороточных Ig.

Сотрудниками лаборатории иммунохимии НИИ экспериментальной кардиологии РКНПК высказывается мнение, что высокая лабильность молекулы ЛПНП затрудняет ее использование в качестве стандарта для иммуноферментных диагностикумов, в качестве более удобных объектов исследования предлагаются IgG. Известно, что молекулы сывороточных белков, таких как IgG, имеют большую физико-химическую стабильность, и их средняя концентрация в сыворотке крови на порядок выше, чем концентрация аров. В связи с этим, наряду с уже ставшим классическим методом определения модифицированных ЛПНП, предлагается разработка тестов для оценки IgG. Такое предложение кажется целесообразным, так как в нашем исследовании была выявлена

Таблица 3

**Корреляционная связь между уровнями липопротеидов низкой плотности, модифицированных малоновым диальдегидом (МДА-ЛПНП) и метилглиоксалем (МГ-ЛПНП), и концентрациями иммуноглобулинов G, модифицированных малоновым диальдегидом (МДА-IgG) и метилглиоксалем (МГ-IgG)**

Показатели	r (по Спирмену)	P
МДА-ЛПНП и МДА-IgG	0,44	0,00004
МДА-ЛПНП и МГ-IgG	0,38	0,0005
МГ-ЛПНП и МДА-IgG	0,49	0,000004
МГ-ЛПНП и МГ-IgG	0,42	0,0001

Рис. 1. Корреляционная связь между уровнями липопротеидов низкой плотности, модифицированных малоновым диальдегидом (МДА-ЛПНП) и метилглиоксалем (МГ-ЛПНП), и концентрациями иммуноглобулинов G, модифицированных малоновым диальдегидом (МДА-IgG) и метилглиоксалем (МГ-IgG)

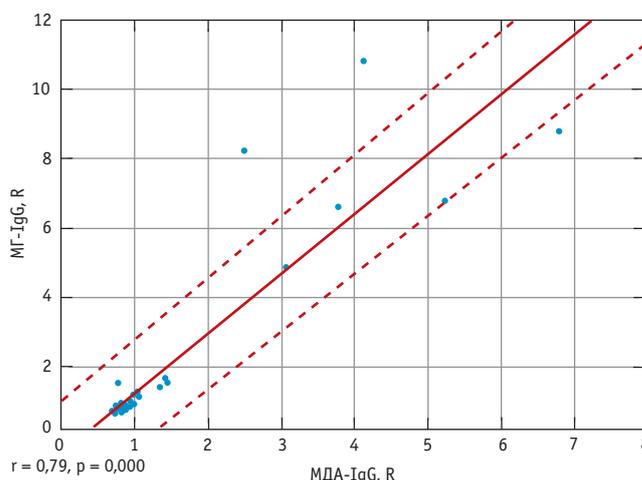
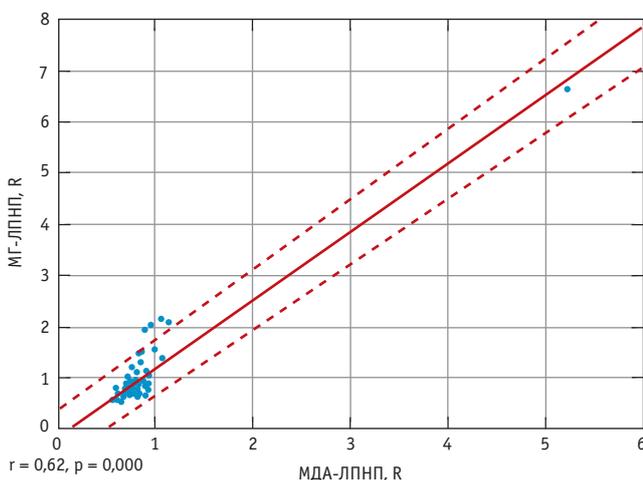
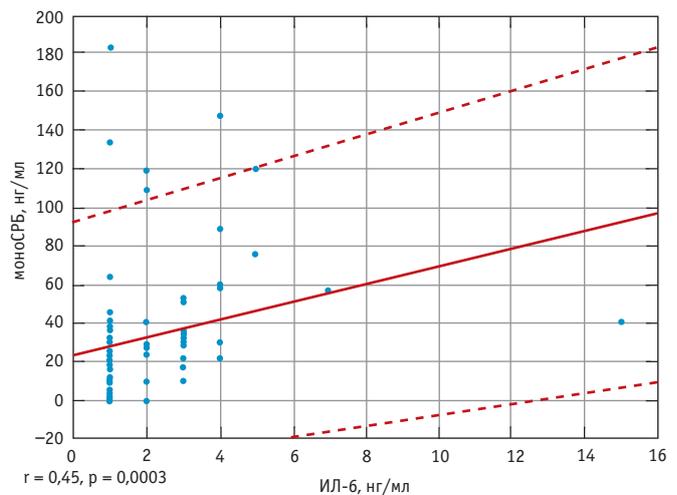
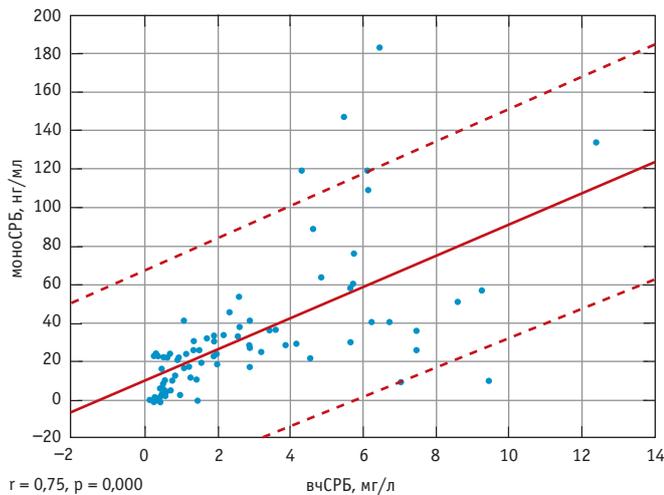


Рис. 2. Корреляционная связь между уровнями мономерного С-реактивного белка (моноСРБ) и высокочувствительного С-реактивного белка (вчСРБ) и между концентрациями моноСРБ и интерлейкина 6 (ИЛ-6)



статистически значимая умеренная корреляция между уровнями МДА-ЛПНП, МГ-ЛПНП и содержанием МДА-IgG, МГ-IgG. При трудностях с определением концентрации модифицированных ЛПНП не исключается возможность измерения уровня IgG в качестве альтернативного метода оценки процессов альдегидной модификации белков.

Анализ полученных нами данных также выявил тесную корреляцию между уровнями моноСРБ и вчСРБ и умеренную корреляцию между концентрациями моноСРБ и ИЛ-6, что, несомненно, представляет интерес и подтверждает возможность использования диагностического теста моноСРБ в качестве маркера воспаления наряду с определением вчСРБ и ИЛ-6.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашем клиническом исследовании у больных со значимым атеросклеротическим поражением коронарного русла отмечали более низкие уровни IgG, модифицированных малонового диальдегидом (МДА-IgG) и метилглиоксалем

(МГ-IgG), чем у молодых здоровых лиц. Таким образом, полученные нами данные подтверждают мнение о том, что возраст, иммунный статус и скорость метаболических процессов пациентов могут влиять на содержание сывороточных МДА-IgG и МГ-IgG. А выявленная в нашем исследовании статистически значимая умеренная корреляция между уровнями ЛПНП, модифицированных малоновым диальдегидом и метилглиоксалем, и концентрациями МДА-IgG, МГ-IgG не исключает возможность использования модифицированных IgG наряду с модифицированными ЛПНП при изучении процессов альдегидной модификации белков.

Выражаем благодарность лаборатории клеточной инженерии Научно-исследовательского института экспериментальной кардиологии Российского кардиологического научно-производственного комплекса (руководитель — к. б. н. Т. Н. Власик) за предоставленные моноклональные антитела.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ланкин В. З., Тихазе А. К., Кумскова Е. М. Особенности модификации липопротеинов низкой плотности в развитии атеросклероза и сахарного диабета типа 2 // Кардиол. вестн. 2008. Т. 3. № 1. С. 60–67.
2. Hansson G. K., Hermansson A. The immune system in atherosclerosis // Nat. Immunol. 2011. Vol. 12. N 3. P. 204–212.
3. Lopes-Virella M. F., Virella G. Clinical significance of the humoral immune response to modified LDL // Clin. Immunol. 2010. Vol. 134. N 1. P. 55–65.
4. Mizuno Y., Jacob R. F., Mason R. P. Inflammation and the development of atherosclerosis // J. Atheroscler. Thromb. 2011. Vol. 18. N 5. P. 351–358.
5. Stollenwerk M. M., Svensson O., Schiopu A., Jansson B. et al. Adsorption of low-density lipoprotein, its oxidation, and subsequent binding of specific recombinant antibodies: An in situ ellipsometric study // Biochim. Biophys. Acta. 2011. Vol. 1810. N 2. P. 211–217. 

Библиографическая ссылка:

Шогенова М. Х., Жетишева Р. А., Кабардиева М. Р., Карпов А. М. и др. Диагностическое значение определения модифицированных иммуноглобулинов G у больных с коронарным атеросклерозом // Доктор.Ру. 2016. № 11 (128). С. 23–27.