

УДК 616-073:616.133.33:621

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СКАНИРОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ ГОЛОВЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ У РАБОТНИКОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Загидуллина Н.Н., Валеева Э.Т., Дистанова А.А., Уразаева Э.Р., Галимова Р.Р.

ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

Ультразвуковое исследование сосудов - это информативный, доступный метод диагностики атеросклероза. Ультразвуковое сканирование (УДС) магистральных артерий головы (МАГ) у работников различных отраслей промышленности свидетельствует о том, что более чем у 70% лиц визуализируются признаки атеросклеротических изменений МАГ. Актуальными являются исследования по оценке состояния сосудов у работников машиностроительной отрасли, так как бессимптомное поражение артерий атеросклеротическим процессом, которое длительное время протекает скрытно, в дальнейшем может проявляться серьёзными сосудистыми катастрофами.

Цель: проанализировать особенности состояния МАГ с использованием современных ультразвуковых методик у работников машиностроительной области с целью выявления признаков атеросклеротического поражения сосудов.

Материалы и методы. Проведено УДС МАГ 58 работникам, которые вошли в группу «риска» с различными нозологическими формами заболеваний для решения вопросов профпригодности в клинике института. Из них мужчин - 45 человек (77,5%), женщин - 13 человек (22,5%). УДС МАГ проводилось в В-режиме, спектральном, цветовом и энергетическом доплеровском картировании (ЦДК и ЭДК) по стандартной методике линейным датчиком 7,5 МГц на аппарате Artida Arlio фирмы Toshiba. Для определения степени стеноза применялся В-режим, спектральный доплер (PW).

Результаты. По результатам УДС МАГ у 75,7 % обследованных работников обнаружены различной степени проявления каротидного атеросклероза: утолщение комплекса интима-медиа (КИМ > 1,0 мм) определялись у 8,6%, атеросклеротические бляшки (АСБ) - у 67,0 % лиц. Неизменная стенка сосудов (КИМ не более 1,0 мм) визуализировалась у 24,4% лиц. В большинстве случаев изменения выявлялись у работников в возрасте 50-59 лет - 58,6% и стаже 10-29

лет-27,5% лиц. В режиме РW и ЦДК обнаружены стенозированные участки сонной артерии у всех работников с бляшками (от 20 % до 70 % стеноза).

Ключевые слова: ультразвуковая доплероскопия, доплерография, магистральные артерии головы, атеросклероз, работники, машиностроение.

Для цитирования: Загидуллина Н.Н., Валеева Э.Т., Дистанова А.А., Уразаева Э.Р., Галимова Р.Р. Применение ультразвуковой доплерографии магистральных артерий головы для диагностики атеросклеротического поражения у работников машиностроения. Медицина труда и экология человека. 2025; 1: 22-36.

Для корреспонденции: Загидуллина Надия Нагимовна, врач ультразвуковой диагностики отделения инструментальных методов исследования ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: nadiya_58@mail.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2025-10102>

THE USE OF ULTRASONIC SCANNING OF THE HEAD MAIN ARTERIES IN THE DIAGNOSIS OF ATHEROSCLEROTIC LESIONS AMONG MECHANICAL ENGINEERING WORKERS

Zagidullina N.N., Valeeva E.T., Distanova A.A., Urazaeva E.R., Galimova R.R.

Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

Ultrasound examination of blood vessels is an informative, accessible method for diagnosing atherosclerosis, including its preclinical stage. Ultrasound scanning (USS) of the head main arteries (HMA) among workers in various industries shows that signs of atherosclerotic changes in the HMA are visualized in more than 70% of individuals. Studies to assess the condition of blood vessels among mechanical engineering workers are relevant, since asymptomatic arterial damage by the atherosclerotic process, which proceeds latently for a long time, can subsequently manifest itself in serious vascular catastrophes.

Objective: to analyze the features of the MAG condition using modern ultrasound techniques in workers in the mechanical engineering field in order to identify signs of atherosclerotic vascular lesions.

Materials and methods. USS of HMA was conducted among 58 workers who were included in the «risk» group with various nosological forms of diseases concerning professional suitability in the Institute clinic. Of these, 45 were men (77.5%), 13 were women (22.5%). USS of HMA was conducted in B-mode, spectral, color and power Doppler mapping (CDM and EDM) according to the standard technique with a 7.5 MHz linear sensor on the Toshiba Artida Aplio device. B-mode, spectral Doppler (PW) were used to determine the degree of stenosis.

Results. According to the results of USS of HMA, 75.7% of the examined workers were found to have varying degrees of carotid atherosclerosis: thickening of the intima-media complex (IMC > 1.0 mm) was determined in 8.6%, atherosclerotic plaques (ASP) - in 67.0% of individuals. Unchanged vessel wall (IMC no more than 1.0 mm) was visualized in 24.4% of individuals. In most cases, changes were detected among workers aged 50-59 years - 58.6% and with 10-29 years of experience - 27.5% of individuals. In the PW and CDC modes, stenotic areas of the carotid artery were found in all workers with plaques (from 20% to 70% stenosis).

Keywords: ultrasound Dopplerography, Dopplerography, the head main arteries, atherosclerosis, workers, mechanical engineering.

For citation: Zagidullina N.N., Valeeva E.T., Distanova A.A., Urazaeva E.R., Galimova R.R. The use of ultrasonic scanning of the head main arteries in the diagnosis of atherosclerotic lesions among mechanical engineering workers. *Occupational Medicine and Human Ecology*. 2025; 1: 22-36.

Correspondence: Nadiya N. Zagidullina, Ultrasound diagnostician, Department of Instrumental Research Methods, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, e-mail: nadiya_58@mail.ru

Funding: The study had no financial support.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2025-10102>

Ультразвуковые исследования являются важнейшим объективным методом визуальных способов диагностики патологических состояний со стороны внутренних органов и систем [1]. В доступной нам литературе имеется достаточное количество работ по анализу данных ультразвуковых исследований патологических состояний различных систем организма у работников разных отраслей промышленности [2,3]. Но исследовательских работ, посвящённых

изучению каротидного атеросклероза среди работающего населения недостаточно. Ультразвуковое исследование сосудов рассматривается на сегодняшний день как информативный и доступный метод диагностики атеросклероза, в том числе на доклиническом этапе. Значительная часть общей заболеваемости работающего населения обусловлена условиями труда, которые могут создавать повышенные риски для здоровья работников [4, 5]. Рабочий процесс у работников ведущих профессий машиностроительной отрасли подразумевает наличие вредных факторов производства разной интенсивности. К основным из них относятся интенсивный шум, вибрация, тяжесть трудового процесса и воздействие комплекса химических веществ (уайтспирт, фенол, ксилол, толуол, аммиак, формальдегид, свинец и его соединения, неорганические соединения азота, аэрозоли, преимущественно фиброгенного действия). Известно, что до развития ИБС или инсульта атеросклероз имеет длительную латентную фазу и оценка субклинического атеросклероза может быть полезна для прогнозирования клинически значимого заболевания и проведения современных профилактических мероприятий. Атеросклероз сонных артерий традиционно рассматривается в качестве основного определяющего фактора повышенного риска ишемических цереброваскулярных событий. Однако существует вариабельность проявлений атеросклеротического поражения сонных артерий [6-9]. Одним из наиболее известных ранних маркеров атеросклероза является утолщение слоя интима-медиа в ОСА (общей сонной артерии). Наиболее распространено мнение, то норма комплекса интима-медиа не больше 1,0 мм. При атеросклеротическом поражении КИМ (комплекс интима-медиа) становится больше 1,0 мм. Атеросклеротическую бляшку (АСБ) большинство рекомендаций определяет как локальное утолщение КИМ более 1,3 мм [10].

В зависимости от возраста и пола показатели распространённости каротидного атеросклероза варьируют. Так, при исследовании АТЕРОГЕН - Иваново, проведенном в 2021 году, средний возраст пациентов был 54 года (мужчин 28%, 72 % женщины) и наличие АСБ было выявлено у 76,4% у мужчин и у 59,1% у женщин [4].

В исследованиях ряда зарубежных авторов частота каротидного атеросклероза составила 23,9 % среди лиц 25-60 лет, у мужчин в 40-49 лет частота выявления АСБ в СА составила 8,2 %, 50-59 лет – 39,7%, 60-69 лет – 66,4%, у женщин в возрасте 40-49 лет-3,3% ,50-59 лет – 22,3 %, 60-69 лет-48,7%. У мужчин белой расы, проживающих в США, в исследовании ARIC частота наличия АСБ в каротидном бассейне составила 26,8, 34,4, 46,0 и 53,4% соответственно в возрасте 45-49, 50-54, 55-59 и 60-64 года. У женщин также была выявлена тенденция постепенного увеличения частоты атеросклероза с возрастом: 18,2, 3,3, 35,4 и 41,6 % лиц в соответствующих возрастных группах [11-16].

Данные УДС МАГ у работников различных отраслей промышленности свидетельствуют о том, что более, чем у 70% лиц визуализируются признаки атеросклеротических изменений МАГ. При обследовании 199 работников шахт Кузбасса проявления каротидного атеросклероза были выявлены в 36,0 % случаев, а среди работающего населения Томска у мужчин 45-64 лет признаки каротидного атеросклероза выявлены в 62 %, у женщин в 37,8 % случаев [5, 17].

Актуальными являются исследования по ультразвуковому изучению состояния сосудов у работников машиностроительной отрасли для диагностики как выраженных атеросклеротических изменений, так и ранних проявлений, поскольку бессимптомное поражение артерий, которое длительное время протекает скрытно, в дальнейшем может проявляться серьёзными сосудистыми катастрофами.

Цель работы: проанализировать особенности состояния МАГ с использованием современных ультразвуковых методик у работников машиностроительной области с целью выявления признаков атеросклеротического поражения сосудов.

Материалы и методы. В исследование вошли 58 работников автомобилестроительного предприятия по результатам проведённого периодического медицинского осмотра, которые вошли в группу «риска» для решения вопросов профпригодности с различными нозологическими формами заболеваний для проведения углублённого обследования после выявления отклонений в кардиологическом статусе. Из них мужчин - 45 человек (77,5%), женщин - 13 человек (22,5%). Возраст: 20-29 лет - 1 человек (1,7%), 30-39 лет - 1 человек (1,7%), 40-49 лет - 6 человек (10,2 %), 50-59 лет - 42 человека (72,4%), старше 60 лет - 8 человек (13,8%).

Исследуемые трудились в профессиях слесаря механосборочных работ, транспортировщика, электрогазосварщика, маляра.

УДС МАГ проводилось в В-режиме, спектральном, цветовом и энергетическом доплеровском картировании по стандартной методике линейным датчиком 7,5 МГц на аппарате Artida Aplio фирмы Toshiba. Согласно существующему стандарту измерение толщины комплекса интима-медиа в ОСА проводилось на 1-1,5 см проксимальнее бифуркации ОСА (общей сонной артерии) по задней стенке в области максимального утолщения. При сканировании каротидного бассейна были исследованы с обеих сторон общая сонная артерия и внутренняя сонная артерия (ВСА). Для определения степени стеноза применялся В-режим, спектральный доплер (PW), цветное и энергетическое доплеровское картирование (ЦДК и ЭДК).

Результаты. По результатам УДС МАГ обследованных работников автомобилестроительного предприятия всего было выявлено 44 человека (75,7 %),

у которых визуализировались различной степени атеросклеротические проявления каротидного атеросклероза в виде утолщения комплекса интимамедиа (начальные проявления) и атеросклеротических бляшек (сформировавшиеся проявления) (табл.1). У 24,3% работников атеросклеротических поражений сосудов не было обнаружено.

Таблица 1. Распространённость ультразвуковых доплерографических признаков атеросклеротического поражения сосудов шеи у работников автомобилестроения в зависимости от возраста, %

Table 1. Prevalence of ultrasound Doppler signs of atherosclerotic lesions of the neck vessels in automobile workers depending on age, %

Возраст	Мужчины	Женщины	Итого
40-49 лет	5,1	0	5,1
50-59 лет	44,8	13,8	58,6
60 лет и старше	12,0	-	12,0

Как представлено в таблице, наибольшее количество работников с ультразвуковыми признаками атеросклероза наблюдалось среди лиц в возрасте 50-59 лет - 58,6%, из них 44,8% составили лица мужского пола и 13,8% - женщины, у 12,0% работников изменения диагностированы в возрасте старше 60 лет. В возрасте 40-49 лет лиц с проявлениями атеросклероза было наименьшее количество и только среди мужчин-5,1% лиц. В зависимости от времени контакта с вредными производственными факторами наибольшее число работников с признаками атеросклероза было выявлено при стаже работы 10-29 лет (27,5%). Следует подчеркнуть, что и при стаже до 10 лет таких работников было достаточно много (22,0%) (табл.2). У 6 работников (в возрасте от 28 до 60 лет) со стажем работы свыше 10 лет проявлений каротидного атеросклероза не определялось.

Таблица 2. Распределение работников автомобилестроения с выявленным каротидным атеросклерозом в зависимости от стажа работы, %

Table 2. Distribution of automobile workers with diagnosed carotid atherosclerosis depending on length of service, abs, %

Стаж работы	Количество работников, %	
1-9 лет	13 человек	(22,0%)
10-20 лет	16 человек	(27,5%)
20 лет и более	14 человек	(24,1%)

При исследовании неизменённая стенка сосудов (КИМ не более 1,0 мм) визуализировалась у 14 работников (24,4%), начальные проявления атеросклероза (КИМ >1,0 мм) наблюдались у 5 (8,6%) и наличие АСБ у 39 человек (67,0%).

Ультразвуковые признаки начальных проявлений атеросклероза в В-режиме у обследованных проявлялись утолщением комплекса интима-медиа (КИМ >1,0 мм). Как правило, такие изменения развивались в области бифуркации ОСА в виде утолщения КИМ до 1,3 мм и встречались в 8,6 % случаев. На рис. 1 и 2 представлены подобные изменения, которые и характерны для начальных проявлений атеросклеротического процесса.

Рисунок 1. Утолщение КИМ в бифуркации сонной артерии в В-режиме. Продольное сканирование

Figure 1. Thickening of the IMC in the bifurcation of the carotid artery in B-mode. Longitudinal scanning

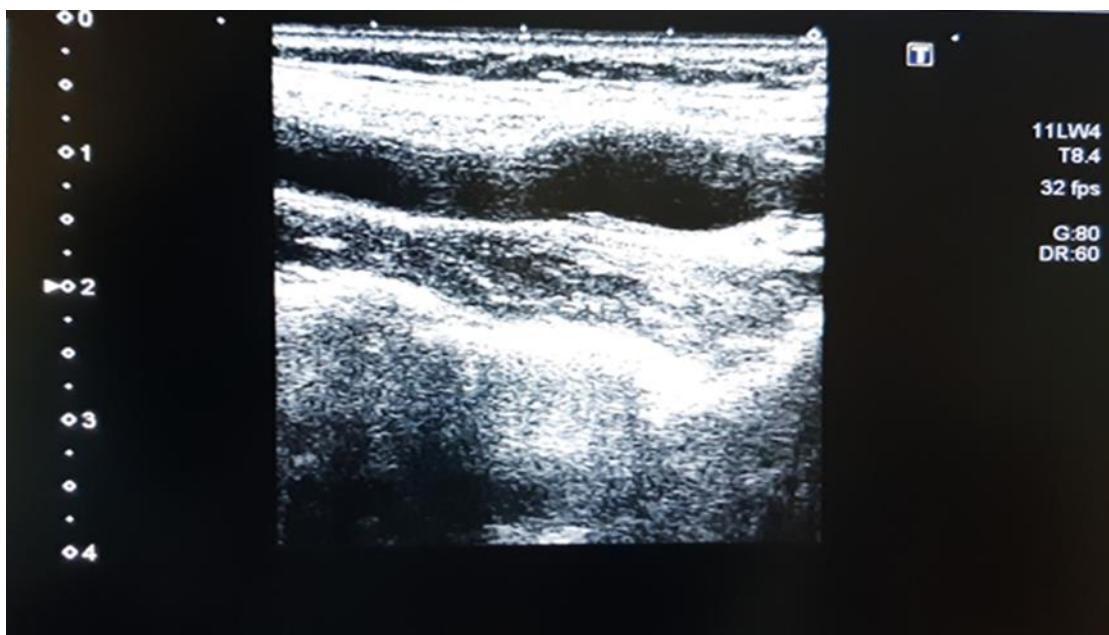
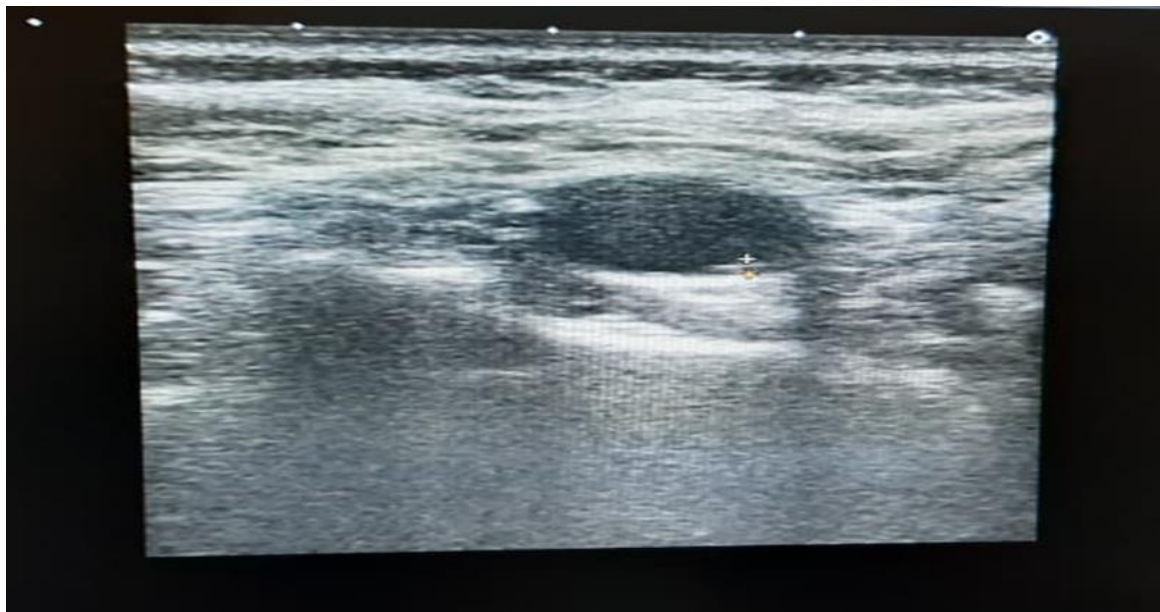


Рисунок 2. Утолщение КИМ в бифуркации сонной артерии в В-режиме. Поперечное сканирование

Figure 2. Thickening of the IMC in the bifurcation of the carotid artery in B-mode. Transverse scanning



В дальнейшем происходило формирование атеросклеротической бляшки. Выраженные изменения в виде атеросклеротических бляшек были обнаружены в основном у высокостажированных работников в возрасте 50-60 лет и старше, у 67,0% обследованных. Как представлено на рисунках 3 и 4, визуализируются одиночные атеросклеротические бляшки в бифуркации сонной артерии.

Рисунок 3. Атеросклеротическая бляшка в бифуркации ОСА. В-режим. Продольное сканирование

Figure 3. Atherosclerotic plaque in the bifurcation of the common carotid artery. B-mode. Longitudinal scanning

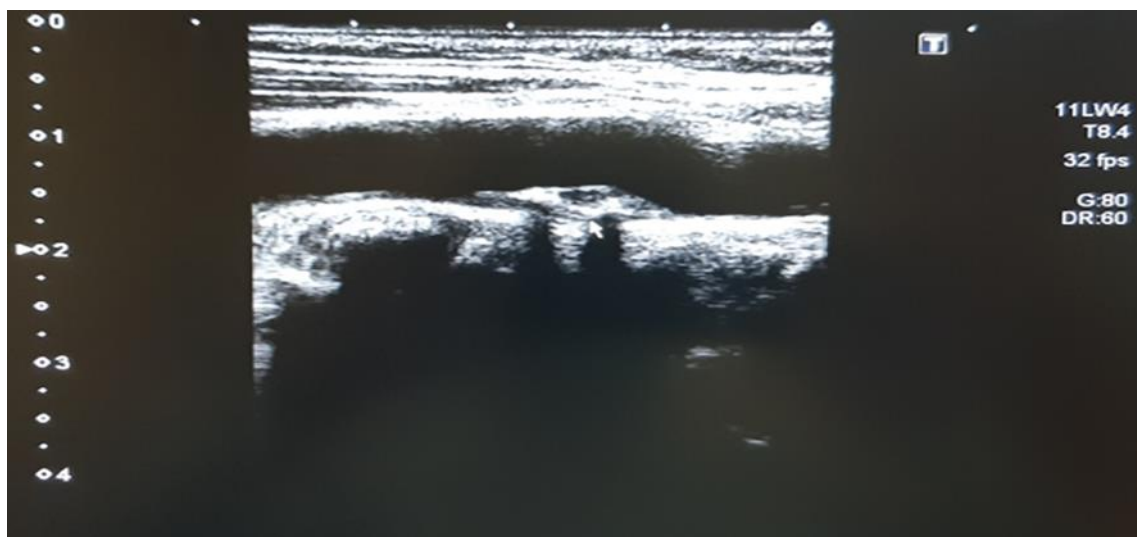
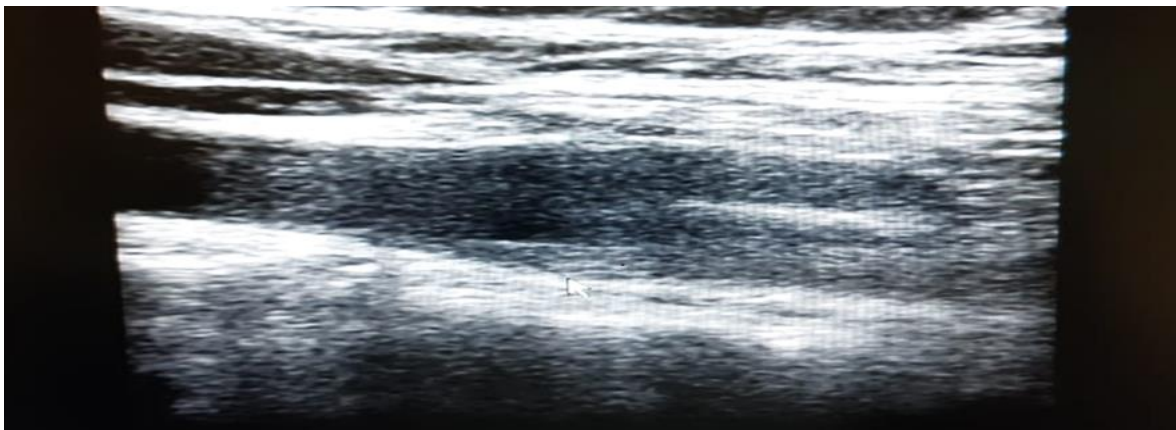


Рисунок 4. Атеросклеротическая бляшка в бифуркации ОСА с переходом на ВСА. В-режим. Продольное сканирование

Figure 4. Atherosclerotic plaque in the bifurcation of the common carotid artery with transition to the orifice of the internal carotid artery. B-mode. Longitudinal scanning



Кроме изучения атеросклеротических проявлений стенок сосудов в В - режиме, важное значение имеет изучение гемодинамических показателей в режиме импульсного доплера (PW) и цветного доплеровского картирования (ЦДК). Такое исследование предоставляет объективную картину о наличии стенозированных участков и определяет дальнейшую тактику лечения. У всех 67,0% работников с атеросклеротическими бляшками определено стенотическое сужение сосуда различной степени (от 20 % до 70 %).

На рисунках 5-6 представлены графические изображения кровотока в режиме импульсного доплера и ЦДК в отдельных стенозированных участках сонной артерии. При стенозе скорость кровотока увеличилась более 400 см/сек (при норме не более 115 см/сек) и изменился спектр доплеровского сдвига частот.

Рисунок 5. Кровоток в стенозированном участке бифуркации сонной артерии. Режим импульсного доплера (PW)

Figure 5. Blood flow in the stenotic area of the carotid artery bifurcation. Pulse Doppler mode (PW)

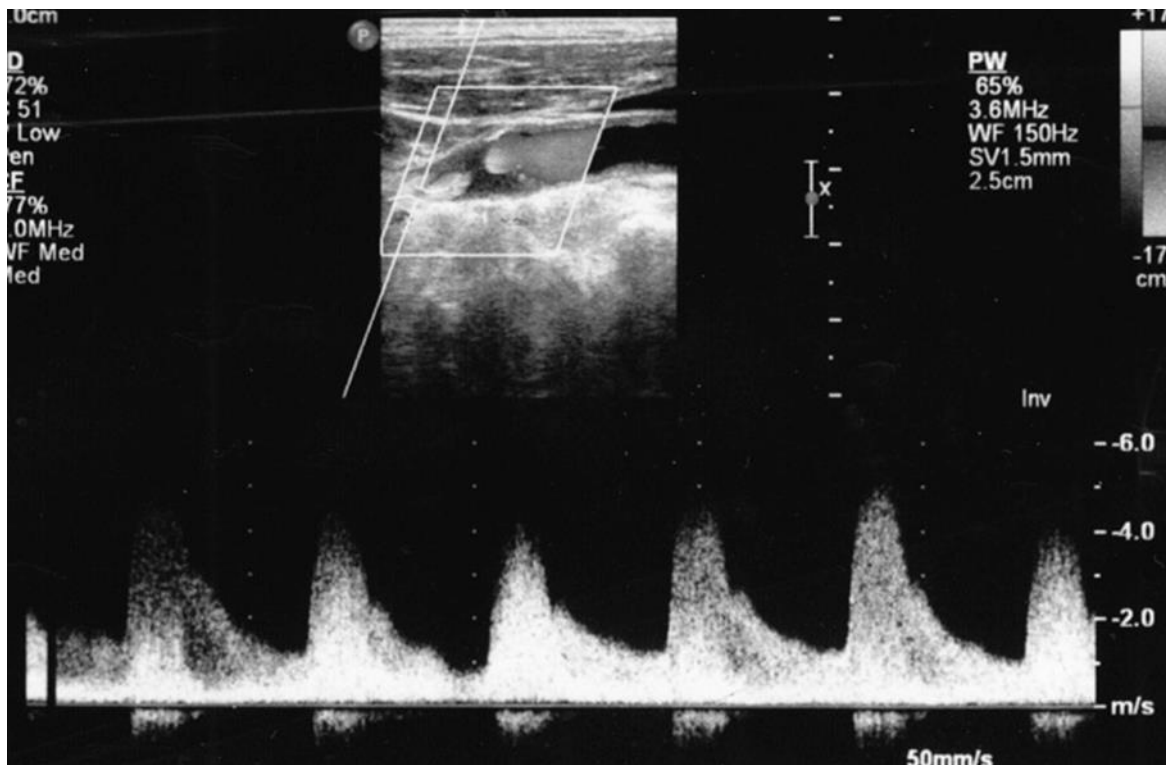
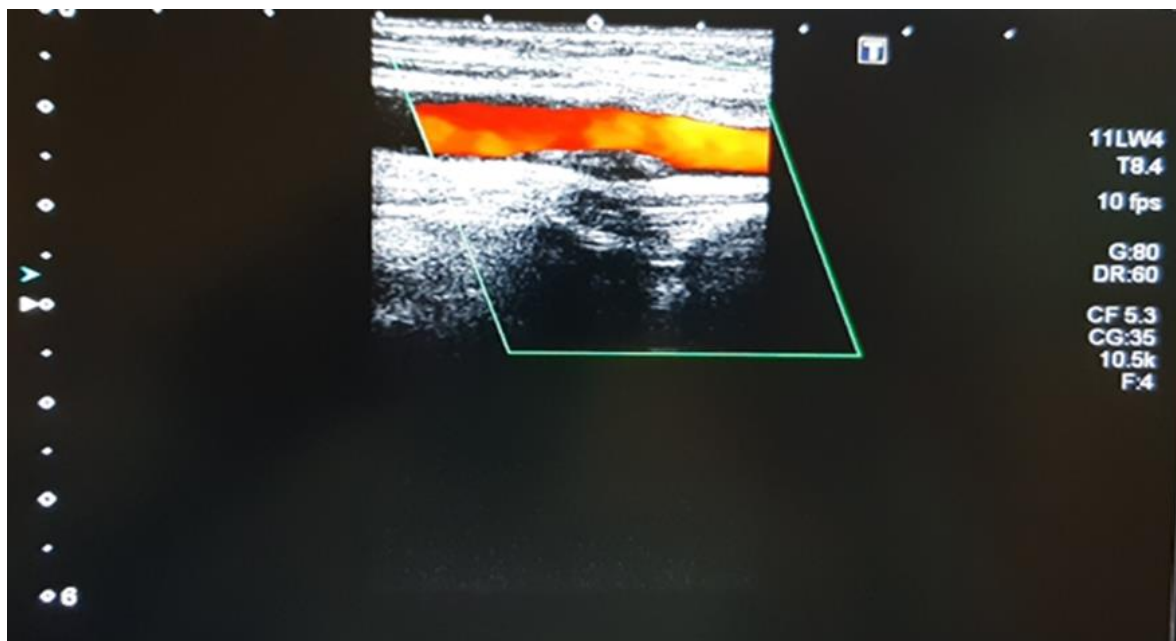


Рисунок 6. Кровоток в стенозированном участке бифуркации сонной артерии в режиме ЦДК

Figure 6. Blood flow in the stenotic area of the carotid artery bifurcation in the color Doppler mode



В ряде случаев при неоптимальной визуализации ЦДК и ЭДК имеет решающее значение при выявлении гипо- и изоэхогенных (пониженной плотности) атером. Такая АСБ проявляется «дефектом наполнения». На рисунках 7-8 представлены такие дефекты наполнения кровотока в стенозированном участке ОСА в режиме ЭДК и ЦДК.

Рисунок 7. Кровоток в стенозированном участке ОСА в режиме ЭДК

Figure 7. Blood flow in the stenotic area of the common carotid artery in the EDC mode

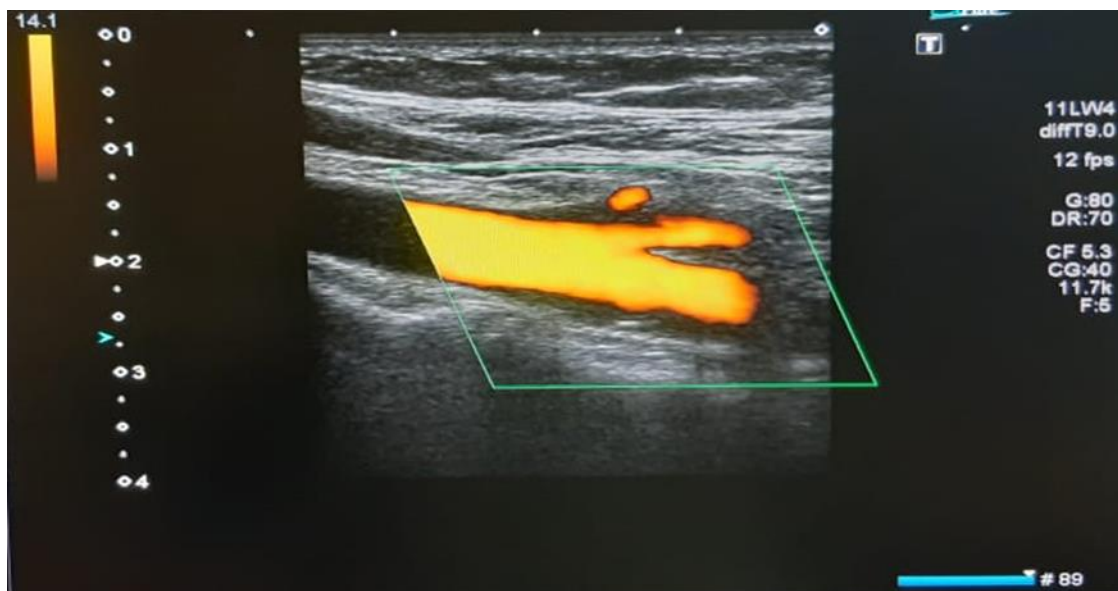
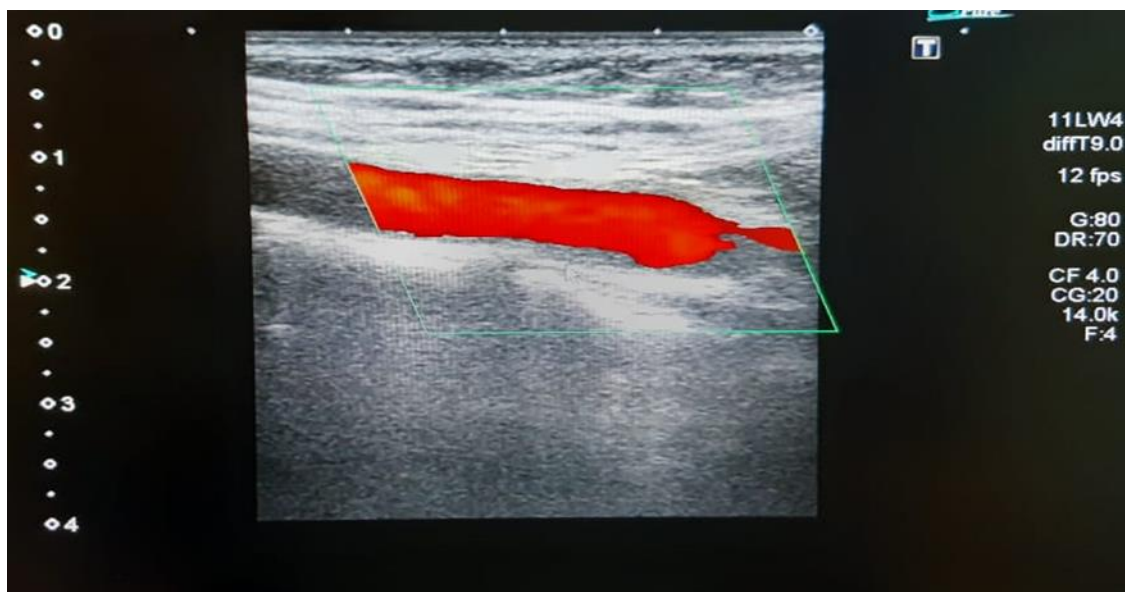


Рисунок 8. Кровоток в стенозированном участке ОСА в режиме ЦДК

Figure 8. Blood flow in the stenotic area of the common carotid artery in the color Doppler mode



Обсуждение. Применение доплерографического ультразвукового обследования в диагностическом процессе является необходимым и важным этапом, позволяющим визуализировать проявления атеросклероза как на ранних стадиях, так и на стадии бляшек и образования стеноза сосудов. Работающим во вредных и опасных условиях труда в процессе проведения обязательных профилактических осмотров решаются вопросы профессиональной пригодности, во многом зависящие и от стадии развития болезней системы кровообращения. Кроме того, результаты ультразвукового исследования магистральных артерий головы на предмет наличия и степени атеросклеротических поражений необходимы для определения дальнейшей тактики дообследования лечения пациента. Полученные нами результаты выявили, что у 75,8 % обследованных работников автомобилестроения по данным УДС МАГ обнаружены различной степени атеросклеротические проявления каротидного атеросклероза. При этом почти половина работников были в возрасте 50-59 лет - 58,6% и стаже работы 10-29 лет (27,5%). У работников в возрасте 20-39 лет мы не выявили атеросклеротически поражённых сосудов шеи. При УДС в В-режиме определялись признаки атеросклеротического процесса в виде начальных проявлений (утолщение комплекса интима-медиа (КИМ >1,0 мм), которые обнаружены у 8,6%, а также выявлялись атеросклеротические бляшки с определением степени стеноза, диагностированные у 67,0 % работников, при этом диапазон степени стеноза варьировал от 20 до 70 %. Важным этапом проводимого обследования явилось изучение гемодинамических показателей в режиме импульсного доплера (PW) и ЦДК, которое позволило уточнить степень стеноза в интересующих участках сосудов. При плохой визуализации гипоэхогенных и изоэхогенных (пониженной плотности) атером ЦДК и ЭДК имеет определяющее значение, так как позволяет выявить дефекты наполнения кровотока.

Результаты данного исследования согласуются с рядом авторов, которые выявили подобные изменения у работников других отраслей промышленности [18-20].

Заключение. Проведенные исследования свидетельствуют о высокой распространенности каротидного атеросклероза в популяции лиц среднего и старшего возраста среди работников машиностроительной отрасли. Применение УДС МАГ при обследовании работающих во вредных и опасных условиях труда является высоко информативным методом выявления, в том числе ранних проявлений атеросклеротического процесса, что является важным при назначении индивидуальных профилактических мероприятий.

Учитывая наиболее часто встречающиеся проявления атеросклероза у работников различных производств в возрасте 50 лет и старше, стаже 10 лет и более, особенно при выполнении работ с вредными веществами, обладающими в том

числе и кардиотоксическим действием; с тяжелыми физическими нагрузками; страдающими болезнями системы кровообращения, при проведении обязательных медицинских осмотров необходимо рекомендовать ежегодное проведение УДС магистральных артерий головы для ранней постановки диагноза, начала лечения и профилактики сосудистых катастроф.

Список литературы:

1. Pellerito J., Polak J.F. Introduction to Vascular Ultrasonography, 6th edition. Elsevier, 2012: 147–157.
2. Артамонова Г.В., Максимов С.А., Табакаев М.В., Барбараш Л.С. Комплексная оценка тенденции динамики общей и сердечно-сосудистой смертности в субъектах РФ в 2006-2012г.г. по методу ранжирования. Терапевтический архив. 2016; 1: 14-15.
3. Чумаков Н.В., Рахманов Р.С., Тришин В.В., Блинова Т.В., Страхова Л.А. и др. Значительная физическая нагрузка как критерий риска здоровью работающих в неблагоприятных по критериям тяжести трудового процесса условиях труда. Здоровье населения и среда обитания. 2016; 3: 16.
4. Ершова А.И., Балахонова Т.В., Мешков А.И., Куценко В.А., Яровая Е.Б. и др. Распространенность атеросклероза сонных и бедренных артерий среди населения Ивановской области: исследование АТЕРОГЕН-Иваново. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2021; 20(5): 266-268.
5. Филимонов Е.С., Коробейкин О.Ю. Атеросклеротическое поражение артерий у шахтеров с метаболическим синдромом. Медицина труда и промышленная экология. 2022; 62(4): 232-234.
6. Федорина М.А., Давыдкин И.Л., Германова О.А. Атеросклероз сонных артерий. Клиническое значение (обзор литературы). Вестник медицинского института «Реавиз». 2023; 13(3): 42.
7. Генкель В.В., Кузнецова А.С., Лебедев Е.В., Салашенко О.А., Пыхова Л.Р., Сумеркина В.А. и др. Атеросклероз сонных артерий и артерий нижних конечностей у пациентов 40-64 лет с различным статусом сердечно-сосудистого риска. Профилактическая медицина. 2023; 26(4): 35-42.
8. Ершова А.И., Бойцов С.А., Драпкина О.М., Балахонова Т.В. УЗ-маркеры доклинического атеросклероза сонных и бедренных артерий в оценке сердечно-сосудистого риска. Российский кардиологический журнал. 2018; 23: 92-93.
9. Зайцев Д.Е., Труфанов Г.Е. Возможности методики ультразвуковой доплерографии в выявлении признаков нестабильности атеросклеротических бляшек сонных артерий. Трансляционная медицина. 2019; 6(3): 36–43.
10. Куликова В.В. Ультразвуковая диагностика сосудистых заболеваний: руководство для врачей. М., 2007: 213.
11. Gostomzyk J.G., Heller W.D., Gerhardt P., Lee P.N., Keil U. B-scan ultrasound examination of the carotid arteries within a representative population (MONICA Project Augsburg). Klin Wochenschr. 1988; 66(Suppl 11): 58-65.
12. Prati P., Vanuzzo D., Casaroli M., Di Chiara A., De Biasi F., Feruglio G.A. et al. Prevalence and determinants of carotid atherosclerosis in a general population. Stroke. 1992; 23(12): 1705-11 doi:10.1161/01.str23.12.1705.
13. Willeit J., Kiechl S. Prevalence and risk factors of asymptomatic extracranial carotid artery atherosclerosis. A population-based study. Arterioscler Tromb. 1993; 13(5): 661-8. doi:10.1161/01.atv.13.5.661.

14. Li R., Dunkan B.B., Metcaff P.A., Crouse J.R. 3rd, Sharrett A.R., Tyroler H.A. et al. B-mode-detected carotid artery plaque in a general population. *Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study Investigators. Stroke.* 1994; 25(12): 2377-83. doi:10.1161/01.str.25.12.2377.
15. Joakimsen O., Bonaa K.H., Stensland-Bugge, Jacobsen B.K. Age and sex differences in the distribution and ultrasound morphology of carotid atherosclerosis: The Thoms Study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 1999; 19(12): 3007-13. doi : 10.1161/01.atv.19.12.3007.
16. Mannami T., Konishi M., Baba S., Nishi N., Terao A. Prevalence of asymptomatic carotid atherosclerotic lesions detected by high-resolution ultrasonography and its relation to cardiovascular risk factors in the general population of Japanese city: The Suita study. *Stroke.* 1997; 28(3): 518-25. doi: 10.1161/01.str.28.3.518.
17. Жернакова Ю.В., Кавешников В.С., Серебрякова В.Н., Трубачева И.А., Ощепкова Е.В., Балахонова Т.В. и др. Распространенность каротидного атеросклероза в неорганизованной популяции Томска. *Системные гипертензии.* 2014; 11(4): 37-42.
18. Бритов А.Н., Елисеева Н.А., Деев А.Д., Шальнова С.А. Возможности выявления доклинических форм атеросклероза при проведениях периодических медицинских профилактических осмотров в организованных коллективах у работников машиностроительных предприятий. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии.* 2022; 18(2): 165-169.
19. Ахметзянова Э.Х., Бакиров А.Б., Абдрахманова Е.Р., Масыгутова Л.М., Габдулвалеева Э.Ф., Хафизова А.С. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы у работников металлургических предприятий. *Санитарный врач.* 2022; 12: 894.
20. Каримова Л.К., Гимаева З.Ф., Галимова Р.Р., Мулдашева Н.А., Калимуллина Д.Х., Маврина Л.Н. и др. Оценка кардиоваскулярного риска у работников нефтехимических производств и разработка программы профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. *Гигиена и санитария.* 2019; 98(9): 978-983.

References:

1. Pellerito J., Polak J.F. *Introduction to Vascular Ultrasonography*, 6th edition. Elsevier, 2012: 147–157.
2. Artamonova G.V., Maksimov S.A., Tabakaev M.V., Barbarash L.S. Comprehensive assessment of the trend in the dynamics of general and cardiovascular mortality in the constituent entities of the Russian Federation in 2006-2012 by ranking method. *Terapevticheskij arhiv.* 2016; 1: 14-15. (In Russ.)
3. Chumakov N.V., Rahmanov R.S., Trishin V.V., Blinova T.V., Strahova L.A. et al. Significant physical activity as a criterion for the health risk of workers in working conditions that are unfavorable in terms of the severity of the labor process. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya.* 2016; 3: 16. (In Russ.)
4. Ershova A.I., Balahonova T.V., Meshkov A.I., Kucenko V.A., Yarovaya E.B. et al. Prevalence of atherosclerosis of the carotid and femoral arteries among the population of the Ivanovo region: the ATHEROGEN-Ivanovo study. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika.* 2021; 20(5): 266-268. (In Russ.)
5. Filimonov E.S., Korobejkin O.Yu. Atherosclerotic arterial disease in miners with metabolic syndrome. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya.* 2022; 62(4): 232-234. (In Russ.)
6. Fedorina M.A., Davydkin I.L., Germanova O.A. Atherosclerosis of the carotid arteries. Clinical significance (literature review). *Vestnik medicinskogo instituta «Reaviz».* 2023; 13(3): 42. (In Russ.)
7. Genkel' V.V., Kuznecova A.S., Lebedev E.V., Salashenko O.A., Pyhova L.R., Sumerkina V.A. et al. Atherosclerosis of the carotid arteries and arteries of the lower extremities in patients 40-64 years old with different cardiovascular risk status. *Profilakticheskaya medicina.* 2023; 26(4): 35-42. (In Russ.)

8. Ershova A.I., Bojcov S.A., Drapkina O.M., Balahonova T.V. Ultrasound markers of preclinical atherosclerosis of the carotid and femoral arteries in assessing cardiovascular risk. *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal*. 2018; 23: 92-93. (In Russ.)
9. Zajcev D.E., Trufanov G.E. Possibilities of Doppler ultrasound technique in identifying signs of instability of atherosclerotic plaques of the carotid arteries. *Translyacionnaya medicina*. 2019; 6(3): 36–43. (In Russ.)
10. Kulikova V.V. Ul'trazvukovaya diagnostika sosudistyh zabolevanij: rukovodstvo dlya vrachej. M., 2007: 213. (In Russ.)
11. Gostomzyk J.G., Heller W.D., Gerhardt P., Lee P.N., Keil U. B-scan ultrasound examination of the carotid arteries within a representative population (MONICA Project Augsburg). *Klin Wochenschr*. 1988; 66(Suppl 11): 58-65.
12. Prati P., Vanuzzo D., Casaroli M., Di Chiara A., De Biasi F., Feruglio G.A. et al. Prevalence and determinants of carotid atherosclerosis in a general population. *Stroke*. 1992; 23(12): 1705-11 doi:10.1161/01.str23.12.1705.
13. Willeit J., Kiechl S. Prevalence and risk factors of asymptomatic extracranial carotid artery atherosclerosis. A population-based study. *Arterioscler Tromb*. 1993; 13(5): 661-8. doi:10/1161/01.atv.13.5.661.
14. Li R., Duncan B.B., Metcaff P.A., Crouse J.R. 3rd, Sharrett A.R., Tyroler H.A. et al. B-mode-detected carotid artery plaque in a general population. *Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study Investigators. Stroke*. 1994; 25(12): 2377-83. doi:10/1161/01.str.25.12.2377.
15. Joakimsen O., Bonaa K.H., Stensland-Bugge, Jacobsen B.K. Age and sex differences in the distribution and ultrasound morphology of carotid atherosclerosis: The Thoms Study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 1999; 19(12): 3007-13. doi : 10.1161/01.atv.19.12.3007.
16. Mannami T., Konishi M., Baba S., Nishi N., Terao A. Prevalence of asymptomatic carotid atherosclerotic lesions detected by high-resolution ultrasonography and its relation to cardiovascular risk factors in the general population of Japanese city: The Suita study. *Stroke*. 1997; 28(3): 518-25. doi: 10.1161/01.str.28.3.518.
17. Zhernakova Yu.V., Kaveshnikov V.S., Serebryakova V.N., Trubacheva I.A., Oshchepkova E.V., Balahonova T.V. et al. Prevalence of carotid atherosclerosis in the unorganized population of Tomsk. *Sistemnye gipertenzii*. 2014; 11(4): 37-42. (In Russ.)
18. Britov A.N., Eliseeva N.A., Deev A.D., Shal'nova S.A. Possibilities of identifying preclinical forms of atherosclerosis during periodic medical preventive examinations in organized teams among workers of machine-building enterprises. *Racional'naya farmakoterapiya v kardiologii*. 2022; 18(2): 165-169. (In Russ.)
19. Ahmetzyanova E.H., Bakirov A.B., Abdrahmanova E.R., Masyagutova L.M., Gabdulvaleeva E.F., Hafizova A.S. Assessment of the functional state of the cardiovascular system in workers of metallurgical enterprises. *Sanitarnyj vrach*. 2022; 12: 894. (In Russ.)
20. Karimova L.K., Gimaeva Z.F., Galimova R.R., Muldasheva N.A., Kalimullina D.H., Mavrina L.N. et al. Assessment of cardiovascular risk in workers of petrochemical production and development of a program for the prevention of cardiovascular diseases. *Gigiena i sanitariya*. 2019; 98(9): 978-983. (In Russ.)