

Суммарная площадь атеросклеротических бляшек в сонных артериях как независимый предиктор многососудистого поражения коронарных артерий у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца

DOI: 10.34687/2219-8202.JAD.2020.04.0004

© В. В. Генкель¹, А. С. Кузнецова¹, О. Е. Столбушкина², С. А. Русанова², И. И. Шапошник¹

¹ ФГОБУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» МЗ РФ, г. Челябинск

² НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Челябинск ОАО «РЖД», г. Челябинск

Для цитирования: Вадим Викторович Генкель, Алла Сергеевна Кузнецова, Ольга Владимировна Столбушкина, Светлана Анатольевна Русанова, Игорь Иосифович Шапошник. Суммарная площадь атеросклеротических бляшек в сонных артериях как независимый предиктор многососудистого поражения коронарных артерий у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца. Атеросклероз и дислипидемии. 2020; 4(41): 28–34. DOI: 10.34687/2219-8202.JAD.2020.04.0004

Абстракт

Цель исследования. Изучить прогностическую ценность суммарной площади атеросклеротических бляшек в сонных артериях для выявления многососудистого поражения коронарных артерий (КА) у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС).

Материалы и методы. В исследование были включены 86 пациентов со стабильной ИБС. Всем пациентам проводили дуплексное сканирование артерий каротидного бассейна и артерий нижних конечностей, инвазивную полипозиционную коронарную ангиографию (КАГ). В продольной позиции, позволяющей достигнуть наилучшей визуализации атеросклеротической бляшки (АСБ), в режиме ручной трассировки измеряли площадь АСБ. Указанные измерения проводили для каждой визуализируемой АСБ с последующим расчетом суммарного показателя (сТРА).

Результаты. Обструктивный коронарный атеросклероз по результатам КАГ был диагностирован в 79,0% случаев, при этом трехсосудистое поражение КА наблюдалось у 40,7% больных. Увеличение сТРА $\geq 44,0$ мм² позволяло прогнозировать наличие трехсосудистого поражения КА с чувствительностью 66,7% и специфичностью 75,5%. Выбор порогового значения сТРА $\geq 55,0$ мм² позволяло повысить специфичность до 87,8% ценой снижения чувствительности до 51,5%. Увеличение сТРА $\geq 55,0$ мм² ассоциировалось с отношением шансов наличия трехсосудистого поражения КА 4,86 (95% доверительный интервал (ДИ) 1,17–20,2; $p = 0,029$). По данным линейной регрессии увеличение сТРА на 6,84 мм² ассоциировалось с увеличением балла по шкале SYNTAX на 1 единицу.

Заключение. У пациентов со стабильной ИБС суммарная площадь АСБ в сонных артериях прямо коррелирует с тяжестью поражения КА. Увеличение сТРА $\geq 55,0$ мм² позволяло прогнозировать наличие трехсосудистого поражения КА с чувствительностью 51,5% и специфичностью 87,8%.

Ключевые слова: коронарный атеросклероз, бремя бляшки, SYNTAX.

Carotid total plaque area as an independent predictor of polyvascular disease in patients with stable coronary artery disease

V. V. Genkel¹, A. S. Kuznetsova¹, O. E. Stolbushkina², S. A. Rusanova², I. I. Shaposhnik¹

¹ “South Ural State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Chelyabinsk, Russia

² The Railway Clinical Hospital, Chelyabinsk, Russia

Abstract

Aim. To study the prognostic value of the carotid total plaque area (cTPA) in relation to the presence of multivessel coronary artery disease in patients with stable coronary artery disease (CAD).

Methods. The study included 86 patients with stable CAD. All patients underwent a duplex scan of the arteries of the carotid and lower limb arteries, invasive coronary angiography (CA). In the longitudinal position, allowing to achieve the best visualization of atherosclerotic plaque, the area of plaque was measured in the manual tracing mode. These measurements were performed for each visualized plaque, with subsequent calculation of the total indicator (cTPA).

Results. Obstructive coronary atherosclerosis was diagnosed in 79.0% of cases, while three-vessel disease was observed in 40.7% of patients. An increase in cTPA ≥ 44.0 mm² made it possible to predict the presence of a three-vessel disease with a sensitivity of 66.7% and a specificity of 75.5%. The choice of a threshold value of cTPA ≥ 55.0 mm² made it possible to increase specificity to 87.8% at the cost of reducing sensitivity to 51.5%. An increase in cTPA ≥ 55.0 mm² was associated with an odds ratio of a three-vessel disease of 4.86 (95% confidence interval (CI) 1.17–20.2; $p = 0.029$). According to linear regression, an increase in cTPA of 6.84 mm² was associated with an increase in the SYNTAX score of 1 unit.

Conclusion. In patients with stable CAD, the carotid total plaque area directly correlates with the severity of coronary atherosclerosis. An increase in cTPA ≥ 55.0 mm² made it possible to predict the presence of a three-vessel disease with a sensitivity of 51.5% and a specificity of 87.8%.

Keywords: coronary atherosclerosis, plaque burden, SYNTAX.

Введение

Пациенты с многососудистым поражением коронарных артерий (КА) представляют собой особую категорию больных с ишемической болезнью сердца (ИБС). Во-первых, пациенты с многососудистым поражением КА имеют крайне неблагоприятный прогноз даже несмотря на применение оптимальной медикаментозной терапии, а также в случае развития острого коронарного синдрома [1–4]. Во-вторых, большинству пациентов данной категории показана коронарная реваскуляризация как для улучшения прогноза, так и для уменьшения симптомов [5, 6]. Активное выявление больных с поражением ствола левой КА и многососудистым поражением является одним из важнейших аспектов ведения пациентов со стабильной ИБС.

В настоящее время предлагаются различные диагностические модели, позволяющие диагностировать ИБС и лежащие в ее основе анатомические варианты поражения КА высокого риска [7]. Наиболее часто в данных диагностических моделях используются дуплексное ультразвуковое сканирование (ДУС) сонных артерий, мультиспиральная компьютерная томография с количественной оценкой коронарного кальция и различные варианты нагрузочного тестирования [8, 9]. ДУС сонных артерий – это доступный неинвазивный метод исследования, не требующий значительных затрат системы здравоохранения. Визуализация атеросклеротического поражения сонных артерий различной степени тяжести в сочетании с другими клиническими и лабораторными показателями может позволить прогнозировать наличие ИБС. Подходы, основанные на количественной оценке

нагруженности сонных артерий атеромами (plaque burden) и их структуры, являются крайне перспективными, так как могут нести дополнительную диагностическую и прогностическую ценность после выявления атеросклеротической бляшки (АБ) [9, 10].

Цель исследования: изучить прогностическую ценность суммарной площади атеросклеротических бляшек в сонных артериях в отношении наличия многососудистого поражения КА у пациентов с ИБС.

Материалы и методы

В исследование включали пациентов в возрасте 40–69 лет со стабильной ишемической болезнью сердца (ИБС), верифицированной одним из следующих способов: документированный перенесенный инфаркт миокарда, сопровождающийся повышением маркеров повреждения миокарда; ишемические изменения электрокардиограммы по данным проведения нагрузочного тестирования; достоверные дефекты накопления радиофармакологических препаратов в левом желудочке при проведении перфузионной сцинтиграфии миокарда при пробе с физической нагрузкой.

Всеми пациентами было подписано информированное согласие. Протокол исследования был одобрен этическим комитетом ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России (протокол заседания Этического комитета от 14.01.2017 №1). Критериями невключения в исследование и/или исключения из исследования являлись следующие клинические состояния: тяжелые нарушения функции печени

и почек (снижение скорости клубочковой фильтрации (СКФ) менее 30 мл/мин/1,73 м²); злокачественные новообразования, психические заболевания, злоупотребление алкоголем и психоактивными веществами; хронические системные иммуновоспалительные заболевания.

Всем пациентам проводили забор крови в утренние часы натощак. Определяли следующие показатели: общий холестерин (ОХС), холестерин липопротеинов низкой плотности (ХС ЛПНП), холестерин липопротеинов высокой плотности (ХС ЛПВП), триглицериды (ТГ), гликированный гемоглобин, креатинин с последующим расчетом СКФ по формуле СКД-EPI, высокочувствительный С-реактивный белок (вчСРБ).

Всем пациентам проводили дуплексное сканирование артерий каротидного бассейна и артерий нижних конечностей (АНК). Исследование проводили в В-режиме, режиме цветового картирования, импульсной доплерографии, энергетической доплерографии, линейным датчиком с частотой 10 MHz на цифровом ультразвуковом многофункциональном диагностическом сканере Samsung Medison ЕКО7 (Республика Корея).

Осматривали с обеих сторон в продольном и поперечном сечении на всем протяжении следующие сосуды: общие сонные артерии (ОСА) с бифуркацией ОСА, внутренние сонные артерии (ВСА), наружные сонные артерии (НСА), общие бедренные артерии (ОБА), поверхностные бедренные артерии (ПБА), подколенные артерии (ПКА), задние большеберцовые артерии (ЗБА), передние большеберцовые артерии (ПБА).

АСБ считали фокальное утолщение комплекса интима-медиа более 1,5 мм или на 0,5 мм больше окружающей ТКИМ, либо на 50% больше ТКИМ прилежащих участков ОСА [11]. Процент стенозирования измеряли планиметрически в В-режиме по диаметру в поперечном сечении сосуда. Процент стеноза определяли согласно методу ECST (The European Carotid Surgery Trial). В случае выявления

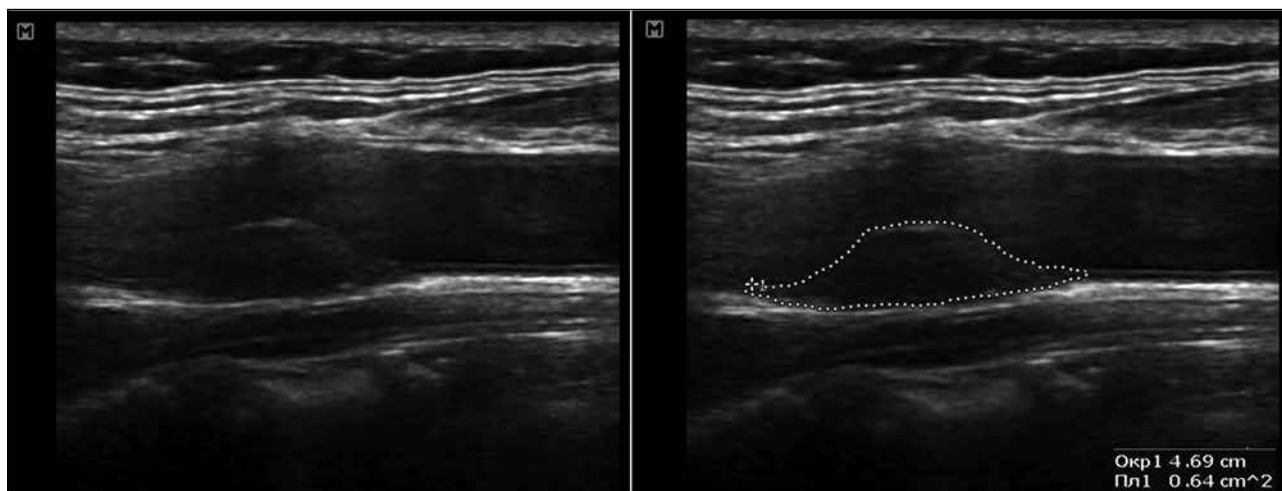
АСБ, стенозирующих просвет сосудов, определяли максимальный процент стеноза у конкретного пациента (МаксСт).

Оценивали суммарную площадь АСБ (carotid total plaque area, сТРА) в сонных артериях. В продольной позиции, позволяющей достигнуть наилучшей визуализации АСБ, в режиме ручной трассировки измеряли площадь АСБ. Указанные измерения проводили для каждой визуализируемой АСБ с последующим расчетом суммарного показателя [12]. Пример измерения площади АСБ представлен на рисунке 1.

Инвазивная полипозиционная коронароангиография (КАГ) проводилась на ангиографической системе Innova 3100 (General Electric Healthcare, США) через трансфеморальный или трансрадиальный доступ. На КАГ анализировали следующие отделы коронарного русла: ствол левой коронарной артерии (ЛКА), передняя межжелудочковая ветвь (ПМЖВ) ЛКА, диагональная ветвь (ДВ) ПМЖВ, огибающая артерия (ОА), ветвь тупого края (ВТК) ОА, правая коронарная артерия (ПКА), задняя межжелудочковая ветвь (ЗМЖВ). Оценку степени стенозирования сосуда определяли визуальным методом, а также с использованием функции программного обеспечения OneTouch Stenosis Analysis. Поражение коронарного русла по шкале SYNTAX рассчитывалось ретроспективно по результатам проведенной КАГ.

Статистический анализ полученных данных проводили с использованием пакета статистического анализа данных IBM SPSS Statistics, версия 18. Качественные переменные описывали абсолютными и относительными частотами (процентами). Количественные переменные описывали медианой (Ме) с указанием интерквартильного интервала [25-й процентиль; 75-й процентиль] в случае несоответствия распределения величины нормальному, средним (М) и стандартным отклонением (SD) – в случае нормального распределения величины. В целях определения взаимосвязей показателей

Рисунок 1. Измерение площади атеросклеротической бляшки в бифуркации общей сонной артерии (ТРА = 64 мм²)



использовали корреляционный анализ Спирмена. Для оценки значимости различий между двумя группами использовали критерий Манна-Уитни. Для выявления независимых предикторов зависимой переменной использовали множественный логистический регрессионный анализ, позволяющий выявить зависимость бинарной категориальной переменной от ряда других переменных, как непрерывных, так и категориальных. С целью установления пороговых значений исследуемых показателей проводили ROC-анализ с определением чувствительности и специфичности, а также с расчетом площади под характеристической кривой (AUC) с 95% доверительным интервалом (ДИ). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

В исследование были включены 86 пациентов со стабильной ИБС. Клинико-лабораторная характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Таким образом, более половины пациентов перенесли инфаркт миокарда и 50,0% – коронарную реваскуляризацию. Результаты дуплексного сканирования периферических артерий и КАГ представлены в таблице 2.

Атеросклероз артерий каротидного бассейна и артерий нижних конечностей был выявлен у 89,5% и 87,2% пациентов соответственно. Обструктивный коронарный атеросклероз по результатам КАГ был диагностирован в 79,0% случаев, при этом трехсосудистое поражение КА наблюдалось у 40,7% больных.

Таблица 1. Клинико-лабораторная характеристика участников исследования

Показатели	Пациенты (n = 86)
Возраст, годы, Me (ИИ)	61,0 (58,0; 66,0)
Мужчины/женщины, n (%)	56 (65,0)/30 (35,0)
ИМТ, кг/м ² , Me (ИИ)	28,5 (26,0; 31,3)
Ожирение, n (%)	34 (39,5)
Абдоминальное ожирение, n (%)	61 (71,0)
Курение, n (%)	28 (32,5)
Постинфарктный кардиосклероз (ПИК), n (%)	46 (53,4)
Реваскуляризация миокарда, n (%)	43 (50,0)
СД 2 типа, n (%)	34 (39,5)
Артериальная гипертензия (АГ), n (%)	84 (97,7)
Хроническая сердечная недостаточность (ХСН), n (%)	57 (66,3)
СКФ менее 60 мл/мин/1,73 м ² , n (%)	43 (49,4)
Дезагреганты, n (%)	71 (82,5)
Бета-адреноблокаторы, n (%)	62 (72,1)
Ингибиторы РААС, n (%)	70 (81,4)
Диуретики, n (%)	18 (21,0)
Статины, n (%)	69 (80,2)
Пероральные сахароснижающие препараты, n (%)	22 (25,6)
Инсулинотерапия, n (%)	11 (12,8)
ОХС, ммоль/л, Me (ИИ)	4,63 (3,70; 5,40)
ХС ЛНП, ммоль/л, Me (ИИ)	2,57 (1,89; 3,57)
ХС ЛВП, ммоль/л, Me (ИИ)	1,14 (0,98; 1,45)
ТГ, ммоль/л, Me (ИИ)	1,50 (1,12; 1,96)
ВчСРБ, мг/л, Me (ИИ)	1,64 (0,87; 4,30)
Гликированный гемоглобин, %, Me (ИИ)	5,30 (4,80; 6,05)
СКФ, мл/мин/1,73 м ² , Me (ИИ)	60,0 (52,0; 71,0)

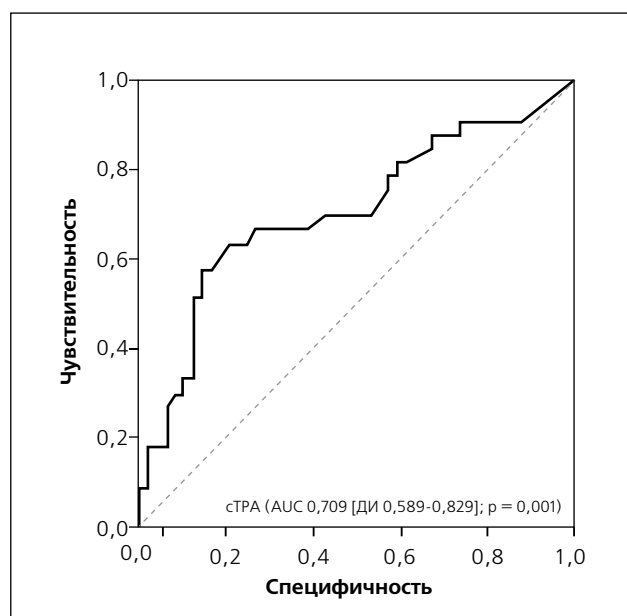
Примечания: ИМТ – индекс массы тела; СД – сахарный диабет; РААС – ренин-ангиотензин-альдостероновая система; ОХС – общий холестерин; ХС ЛНП – холестерин липопротеинов низкой плотности; ХС ЛВП – холестерин липопротеинов высокой плотности; ТГ – триглицериды; вчСРБ – высокочувствительный С-реактивный белок; СКФ – скорость клубочковой фильтрации.

Таблица 2. Результаты ультразвукового исследования периферических артерий и КАГ

Показатели	Пациенты (n = 86)
ТКИМ _{ср} ОСА, мм, Ме (ИИ)	0,86 (0,76; 0,99)
АСБ в сонных артериях, n (%)	77 (89,5)
сТРА, мм ² , Ме (ИИ)	41,0 (23,0; 59,0)
Стенозы СА ≥ 50%, n (%)	16 (18,6)
АСБ в АНК, n (%)	75 (87,2)
Стенозы АНК ≥ 50%, n (%)	27 (31,4)
Стенозы коронарных артерий ≥ 50%, n (%)	68 (79,0)
Окклюзии коронарных артерий, n (%)	20 (23,2)
Однососудистое поражение, n (%)	19 (22,1)
Двухсосудистое поражение, n (%)	14 (16,3)
Трехсосудистое поражение, n (%)	35 (40,7)
Балл по SYNTAX, Ме (ИИ)	10,0 (1,00; 16,0)
Балл по SYNTAX ≥ 23, n (%)	12 (14,0)

Примечания: ТКИМ_{ср} – средняя толщина комплекса интима-медиа; ОСА – общая сонная артерия; СА – сонные артерии; АНК – артерии нижних конечностей.

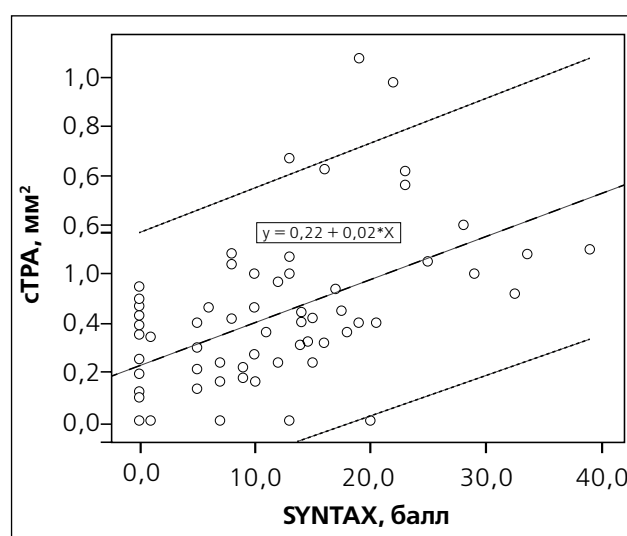
С целью определения потенциальной диагностической ценности и оптимальных пороговых значений сТРА в отношении прогнозирования наличия трехсосудистого поражения КА был проведен ROC-анализ. Полученная ROC-кривая представлена на рисунке 2.

Рисунок 2. ROC кривая для сТРА

Так, увеличение сТРА ≥ 44,0 мм² позволяло прогнозировать наличие трехсосудистого поражения КА с чувствительностью 66,7% и специфичностью 75,5%. Выбор порогового значения сТРА ≥ 55,0 мм² позволял повысить специфичность до 87,8% ценой снижения чувствительности до 51,5%.

По данным логистического регрессионного анализа с поправкой на такие факторы, как пол, возраст, артериальная гипертензия, ожирение, курение, сахарный диабет, уровни ХС ЛНП и СКФ, а также наличие АСБ в сонных артериях и артериях нижних конечностей, увеличение сТРА ≥ 55,0 мм² ассоциировалось с отношением шансов наличия трехсосудистого поражения КА 4,86 (95% ДИ: 1,17–20,2; p = 0,029).

По данным линейного регрессионного анализа изменчивость сТРА может объяснить 24,7% изменчивости балла по шкале SYNTAX (рис. 3).

Рисунок 3. Взаимосвязи суммарной площади бляшек в сонных артериях (сТРА) и балла по шкале SYNTAX

Кроме того, увеличение сТРА на 6,84 мм² ассоциировалось с увеличением балла по шкале SYNTAX на 1 единицу ($B = 0,146$; 95% ДИ : 0,084–0,208; $p < 0,0001$).

Обсуждение

Известно, что различные показатели, получаемые при ДУС сонных артерий, коррелируют с тяжестью коронарного атеросклероза. Однако на сегодняшний день нет единого мнения о том, какой параметр ультразвукового исследования сонных артерий является лучшим маркером наличия и тяжести ИБС [9]. В последние несколько лет в данном контексте наиболее часто исследуются различные показатели бремени каротидного атеросклероза: максимальная и суммарная высота АСБ, длина АСБ, объем АСБ и т.д. [9, 13, 14].

Основными результатами проведенного исследования являются следующие: (1) увеличение сТРА $\geq 55,0$ мм² позволяло прогнозировать наличие трехсосудистого поражения КА с чувствительностью 51,5% и специфичностью 87,8%; (2) отношение шансов наличия трехсосудистого поражения КА при увеличении сТРА $\geq 55,0$ мм² составляло 4,86, в т.ч. с поправкой на наличие АСБ в сонных артериях и артериях нижних конечностей; (3) увеличение сТРА на 6,84 мм² ассоциировалось с увеличением балла по шкале SYNTAX на 1 единицу.

Полученные результаты согласуются с данными, полученными в исследовании He J. et al., включавшем 204 пациента с ИБС и каротидным атеросклерозом [15]. Было установлено, что увеличение сТРА $\geq 46,75$ мм² позволяло диагностировать многососудистое поражение КА (или поражение КА с индексом по шкале Gensini ≥ 51 балла) с чувствительностью 63,2% и специфичностью 65,1% (AUC 0,683). В более раннем исследовании Johri A.M. et al. пороговые значения сТРА, позволяющие диагностировать стенозы КА $\geq 50\%$

с чувствительностью 67% и специфичностью 66%, составляли 25,6 мм² [16]. Вероятно, большие пороговые значения, установленные в нашем исследовании и работе He J. et al., связаны с выбором прогнозируемой переменной – тяжелого многососудистого поражения КА, в отличие от стенозов КА $\geq 50\%$. Кроме того, нельзя исключить влияние различной этнической принадлежности участников трех данных исследований [17].

Необходимо отметить, что в представленном исследовании впервые продемонстрирована диагностическая ценность сТРА в отношении тяжелого коронарного атеросклероза с поправкой на наличие АСБ в сонных артериях и артериях нижних конечностей. На наш взгляд, это свидетельствует о том, что количественная оценка бремени атеросклероза (plaque burden) целесообразна даже в случае комплексного ультразвукового исследования нескольких бассейнов периферических артерий. Помимо этого, ДУС сонных артерий в рамках расширенного протокола исследования с оценкой показателей нагруженности сонных артерий атероматами может предоставлять больше диагностической информации в сравнении с исследованием нескольких сосудистых бассейнов по стандартному протоколу.

Заключение

У пациентов со стабильной ИБС суммарная площадь АСБ в сонных артериях прямо коррелирует с тяжестью поражения КА. Увеличение сТРА $\geq 55,0$ мм² позволяло прогнозировать наличие трехсосудистого поражения КА с чувствительностью 51,5% и специфичностью 87,8%.

Конфликт интересов

Все авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Williams DO, Vasaiwala SC, Boden WE. Is optimal medical therapy "optimal therapy" for multivessel coronary artery disease? Optimal management of multivessel coronary artery disease. *Circulation*. 2010;122(10):943–945. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.969980.
2. Özcan C, Deleskog A, Schjerning Olsen AM, Nordahl Christensen H, Lock Hansen M, Hilmar Gislason G. Coronary artery disease severity and long-term cardiovascular risk in patients with myocardial infarction: a Danish nationwide register-based cohort study. *Eur Heart J Cardiovasc Pharmacother*. 2018;4(1):25–35. doi: 10.1093/ehjcvp/pxx009.
3. Fokin AA, Kireev KA, Mikbailov EV. Analysis of risk factors for lethal outcomes of acute myocardial infarction with ST segment elevation. *Angiology and Vascular Surgery*. 2019;25(2):18–22. Russian. Фокин АА, Киреев КА, Михайлов ЕВ. Анализ факторов риска летальных исходов острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2019;25(2):18–22.
4. Efros LA, Naumova OA, Zhdanova EA, Andrienko SV. Clinical aspects and approaches to assessing the severity of comorbidity in patients with acute coronary syndrome. *Ural Medical Journal*. 2018;10(165):81–9. Russian. Эфрос ЛА, Наумова ОА, Жданова ЕА, Андриенко СВ. Клинические аспекты и подходы к оценке выраженности коморбидности у больных с острым коронарным синдромом. *Уральский медицинский журнал*. 2018;10(165):81–89.

5. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, Byrne RA, Collet JP, Falk V, Head SJ, Jñri P, Kastrati A, Koller A, Kristensen SD, Niebauer J, Richter DJ, Seferovi PM, Sibbing D, Stefanini GG, Windecker S, Yadav R, Zembala MO. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *EuroIntervention*. 2019;14(14):1435–1534. doi: 10.4244/EIJY19M01_01.
6. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C, Prescott E, Storey RF, Deaton C, Cuiisset T, Agewall S, Dickstein K, Edvardsen T, Escaned J, Gersb BJ, Svitil P, Gilard M, Hasdai D, Hatala R, Mahfoud F, Masip J, Muneretto C, Valgimigli M, Achenbach S, Bax JJ; ESC Scientific Document Group. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2020;41(3):407–477. doi: 10.1093/eurheartj/ehz425.
7. Jang JJ, Bhopkar M, Coles A, Vemulapalli S, Fordyce CB, Lee KL, Udelson JE, Hoffmann U, Tardif JC, Jones WS, Mark DB, Sorrell VL, Espinoza A, Douglas PS, Patel MR; PROMISE Investigators. Predictive Model for High-Risk Coronary Artery Disease. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2019;12(2):e007940. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.118.007940.
8. Beller E, Meinel FG, Schoeppe F, Kunz WG, Thierfelder KM, Hausleiter J, Bamberg F, Schoepf UJ, Hoffmann VS. Predictive value of coronary computed tomography angiography in asymptomatic individuals with diabetes mellitus: Systematic review and meta-analysis. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2018;12(4):320–328. doi: 10.1016/j.jcct.2018.04.002.
9. Tang W, Shen X, Li H, Bai Y, Zhang B, Guo Z, Wu H, Li P, Zhao X. The independent and incremental value of ultrasound carotid plaque length to predict the presence and severity of coronary artery disease: analysis from the carotid plaque length prospective registry. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21(4):389–396. doi: 10.1093/ehjci/jez304.
10. Tripoten MI, Pogorelova OA, Khamchieva LSb, Kolos IP, Shishkina VS, Arkhipov IV, Gavrilov AV, Rogoza AN, Balakbonova T. IN. Quantification of the echogenicity of atherosclerotic plaques of the carotid arteries and its importance in clinical practice. *Ultrasound and functional diagnostics*. 2017;1:54–64. Russian. Труномень МИ, Погорелова ОА, Хамчиева ЛШ, Колос ИП, Шишкина ВС, Архипов ИВ, Гаврилов АВ, Рогоза АН, Балахонова ТВ. Количественная оценка эхогенности атеросклеротических бляшек сонных артерий и ее значение в клинической практике. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2017;1:54–64.
11. Tang W, Shen X, Li H, Bai Y, Zhang B, Guo Z, Wu H, Li P, Zhao X. The independent and incremental value of ultrasound carotid plaque length to predict the presence and severity of coronary artery disease: analysis from the carotid plaque length prospective registry. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21(4):389–96. doi: 10.1093/ehjci/jez304.
12. Touboul PJ, Hennerici MG, Meairs S, Adams H, Amarenco P, Bornstein N, Csiba L, Desvarieux M, Ebrahim S, Hernandez Hernandez R, Jaff M, Kownator S, Naqvi T, Prati P, Rundek T, Sitzer M, Schminke U, Tardif JC, Taylor A, Vicaute E, Woo KS. Mannheim carotid intima-media thickness and plaque consensus (2004–2006–2011). An update on behalf of the advisory board of the 3rd, 4th and 5th watching the risk symposia, at the 13th, 15th and 20th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, Brussels, Belgium, 2006, and Hamburg, Germany, 2011. *Cerebrovasc Dis*. 2012;34(4):290–296. doi: 10.1159/000343145.
13. DeMarco JK, Spence JD. Plaque assessment in the management of patients with asymptomatic carotid stenosis. *Neuroimaging Clin N Am*. 2016;26(1):111–127.
14. Sillesen H, Sartori S, Sandholt B, Baber U, Mebran R, Fuster V. Carotid plaque thickness and carotid plaque burden predict future cardiovascular events in asymptomatic adult Americans. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19(9):1042–1050. doi: 10.1093/ehjci/jex239.
15. Spence JD. Coronary calcium is not all we need: Carotid plaque burden measured by ultrasound is better. *Atherosclerosis*. 2019;287:179–180. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2019.04.214.
16. He J, Chen P, Luo Y, Chen L, Li S, Pan Y, Fu S. Relationship between the maximum carotid plaque area and the severity of coronary atherosclerosis. *Int Angiol*. 2018;37(4):300–309. doi: 10.23736/S0392-9590.18.03967-6.
17. Jobri AM, Behl P, Hütu MF, Haqqi M, Ewart P, Day AG, Parfrey B, Matangi MF. Carotid Ultrasound Maximum Plaque Height-A Sensitive Imaging Biomarker for the Assessment of Significant Coronary Artery Disease. *Echocardiography*. 2016;33(2):281–289. doi: 10.1111/echo.13007.
18. Vishnu A, Choo J, Kadota A, Barinas-Mitchell EJM, Fujiyoshi A, Long DL, Hisamatsu T, Abuja V, Nakamura Y, Evans RW, Miura K, Masaki KH, Shin C, Ueshima H, Sekikawa A. Comparison of carotid plaque burden among healthy middle-aged men living in the US, Japan, and South Korea. *Int J Cardiol*. 2018;266:245–249. doi: 10.1016/j.ijcard.2018.03.010. PMID: 29887456; PMCID: PMC5998331.