



# Внутрисосудистые ультразвуковые исследования у пациентов с пограничными поражениями ствола левой коронарной артерии по данным ангиографии

Кузнецов В.А., Ярославская Е.И., Зырянов И.П.,  
Бессонов И.С., Сапожников С.С., Горбатенко Е.А.

“Тюменский кардиологический центр” – филиал ФГБНУ “Научно-исследовательский институт кардиологии” (филиал НИИ кардиологии “Тюменский кардиологический центр”), Тюмень, Россия

## Intravascular Ultrasound in Patients with Intermediate Left Main Coronary Artery Lesions According to Angiography

Kuznetsov V.A., Yaroslavskaya E.I., Ziryaynov I.P.,  
Bessonov I.S., Sapozhnikov S.S., Gorbatenko E.A.

The Cardiology Centre of Tyumen, a Branch of the FSBSI “Research Institute of Cardiology” (Tyumen Cardiology Centre, Branch of RI Cardiology), Tyumen, Russia

Согласно действующим рекомендациям, показанием к реваскуляризации ствола левой коронарной артерии (ЛКА) является стенозирование 50% его просвета и более по данным коронарной ангиографии (КАГ). Однако ограничения КАГ в оценке поражений ствола ЛКА известны.

**Цель исследования:** сравнить результаты КАГ и внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) у пациентов с ангиографически незначимыми поражениями ( $\leq 50\%$  просвета) ствола ЛКА.

**Материал и методы.** ВСУЗИ было выполнено 8 пациентам со стенозами  $\leq 50\%$  ствола ЛКА по данным КАГ. Оценивали меру согласия результатов КАГ и ВСУЗИ, рассчитав каппа-коэффициент.

**Результаты.** Значение каппа-коэффициента составило 0,6 (ДИ  $-0,072 - 1,272$ ;  $p = 0,064$ ), что свидетельствует об отсутствии достоверной согласованности результатов КАГ и ВСУЗИ в определении показаний к реваскуляризации пограничных стенозов ствола ЛКА.

**Заключение.** В условиях отечественной практики принимать решение о необходимости реваскуляризации пограничных по данным КАГ стенозов ствола ЛКА следует только по результатам ВСУЗИ.

**Ключевые слова:** ствол левой коронарной артерии, незначимые стенозы, внутрисосудистый ультразвук.

\*\*\*

According to the current guidelines the left main disease with stenosis  $>50\%$  by coronary angiography (CAG) is the indication for revascularization. However, the limitations of CAG in estimation of left main coronary artery lesions are well known.

**Purpose.** To compare the results of CAG and intravascular ultrasound (IVUS) in patients with angiographically intermediate left main coronary artery lesions ( $\leq 50\%$ ).

**Material and methods.** IVUS was performed in 8 patients with left main coronary artery stenoses  $\leq 50\%$  by CAG. The measure of agreement of IVUS and CAG was assessed by Cohen's kappa coefficient.

**Results.** The value of Cohen's kappa coefficient was 0.6 (CI  $-0.072 - 1.272$ ;  $p = 0.064$ ), which is showing that the results of IVUS and CAG has no agreement in making decision about surgery of left main coronary artery intermediate lesions.

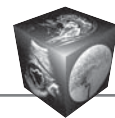
**Conclusion.** In patients with intermediate left main coronary artery lesions decision about coronary stenting should be made only on IVUS data.

**Key words:** left main coronary artery, intermediate stenosis, intravascular ultrasound.

\*\*\*

### Введение

“Золотым стандартом” в диагностике ишемической болезни сердца является коронарная ангиография (КАГ). Однако ограничения этого метода в оценке поражений ствола левой коронарной артерии (ЛКА) хорошо известны: даже опытные интервенционные кардиологи правильно классифицируют их не более чем в 50% случаев и с большой межисследовательской вариабельностью [1, 2]. В сомнительных ситуациях решающую роль



в принятии решения о целесообразности реваскуляризации ствола ЛКА играет внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ), которое точнее определяет степень стенозирования по сравнению с КАГ [3].

Известно, что КАГ чаще недооценивает степень коронарного стенозирования, это касается и поражений ствола ЛКА [4, 5]. Мы решили сопоставить результаты КАГ и ВСУЗИ в оценке степени стенозирования ЛКА в пограничных случаях и выяснить, насколько обосновано применение ВСУЗИ в этих ситуациях.

### Цель исследования

Сравнить результаты КАГ и ВСУЗИ у пациентов с незначимыми поражениями ( $\leq 50\%$  просвета) ствола ЛКА по данным КАГ.

### Материал и методы

В период с 2012 по 2014 г. в Тюменском кардиологическом центре были обследованы 8 пациентов с пограничными стенозами ствола ЛКА ( $\leq 50\%$ ) по данным КАГ. Селективную КАГ проводили по методу М. Judkins [6] с использованием ангиографического комплекса Integris Allura (Phillips, Голландия). В качестве рентгеноконтрастного вещества использовали Омнипак-350 (Nycomed) или Ультравист-370 (Schering). Применяли мануальное введение контрастного вещества со скоростью от 5 до 10 мл на каждую инъекцию со скоростью 3–4 мл/с для ЛКА и 2 мл/с для правой коронарной артерии, добиваясь оптимального

наполнения артерии. Для ЛКА использовали 6 стандартных проекций: переднезадняя, правая и левая косые проекции с краниальным и каудальным отклонениями, боковая проекция. Для правой коронарной артерии использовали левую и правую косую проекции. Проводили визуальный анализ данных КАГ. Тип коронарного доминирования определяли по методике M.J. Schlesinger [7]. При оценке степени атеросклеротического поражения коронарных артерий использовали классификацию Ю.С. Петросяна и Л.С. Зингермана [8]. Поражения ствола ЛКА по локализации сужения подразделяли на 3 типа – на поражение устья, среднее и дистальное, или бифуркационное.

Всем пациентам в ходе диагностической КАГ было выполнено ВСУЗИ ствола ЛКА с помощью внутрисосудистого датчика Eagle eye platinum (Volcano). До введения датчика для ВСУЗИ интракоронарно вводили 0,1–0,3 мг нитроглицерина для предотвращения спазма артерий и достижения максимальной вазодилатации. Выполняли автоматическую протяжку ультразвукового датчика со скоростью 0,5 мм/с. В течение всего исследования велась запись изображения с одновременным электрокардиографическим мониторингом. Исследовали весь ствол и участок на протяжении 20 мм дистальнее зоны интереса. При количественной оценке определяли площадь просвета, общую площадь сосуда, процент стеноза по площади, максимальный и минимальный диаметры просвета, максимальный и минимальный диаметры сосуда, процент стеноза по диаметру. Измерения прои-

**Для корреспонденции:** Ярославская Елена Ильинична – 625026 Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111. Филиал НИИ кардиологии “Тюменский кардиологический центр”. Тел.: 8-912-395-50-40 (моб). E-mail yaroslavskayae@gmail.com

**Кузнецов Вадим Анатольевич** – доктор мед. наук, профессор, директор, заведующий лабораторией инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, руководитель отдела инструментальных методов исследования Филиала НИИ кардиологии “Тюменский кардиологический центр”; **Ярославская Елена Ильинична** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, врач отделения ультразвуковой диагностики Филиала НИИ кардиологии “Тюменский кардиологический центр”; **Зырянов Игорь Павлович** – канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения №1 Филиала НИИ кардиологии “Тюменский кардиологический центр”; **Бессонов Иван Сергеевич** – канд. мед. наук, врач-хирург отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения №1 Филиала НИИ кардиологии “Тюменский кардиологический центр”; **Сапожников Станислав Сталикович** – врач-хирург отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения №1 Филиала ФГБУ НИИ СО РАМН “Тюменский кардиологический центр”; **Горбатенко Елена Александровна** – лаборант-исследователь лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования Филиала НИИ кардиологии “Тюменский кардиологический центр”.

**Contact:** Yaroslavskaya Elena Ilyinichna – 625026 Tyumen, Melnikaite str., 111, Tyumen Cardiology Centre, Branch of RI Cardiology. Phone 8-912-395-50-40. E-mail yaroslavskayae@gmail.com

**Kuznetsov Vadim Anatolievich** – doct. of med. sci., professor, Director, Head of the Laboratory of instrumental diagnosis in the Research Department of instrumental research technique, Head of the Research Department of instrumental research technique in the Tyumen Cardiology Centre, Branch of RI Cardiology; **Yaroslavskaya Elena Ilyinichna** – cand. of med. sci., senior researcher in the Laboratory of instrumental diagnosis in the Research Department of instrumental research technique, ultrasonography specialist in the Department of ultrasonography in the Tyumen Cardiology Centre, Branch of RI Cardiology; **Ziryaynov Igor Pavlovich** – cand. of med. sci., Head of the Department of X-ray surgery and diagnosis №1 in the Tyumen Cardiology Centre, Branch of RI Cardiology; **Bessonov Ivan Sergeevich** – cand. of med. sci., surgeon in the Department of X-ray surgery and diagnosis №1 in the Tyumen Cardiology Centre, Branch of RI Cardiology; **Sapozhnikov Stanislav Stalikovich** – surgeon in the Department of X-ray surgery and diagnosis №1 in the Tyumen Cardiology Centre, Branch of RI Cardiology; **Gorbatenko Elena Aleksandrovna** – assistant researcher in the Laboratory of instrumental diagnosis in the Research Department of instrumental research technique in the Tyumen Cardiology Centre, Branch of RI Cardiology.



## Результаты исследования ствола ЛКА у пациентов с пограничным его стенозированием по данным КАГ

№ пациента	Локализация поражения ствола ЛКА по данным КАГ	Степень стеноза ствола ЛКА по данным КАГ	Минимальная площадь просвета по данным ВСУЗИ, мм <sup>2</sup>	Степень стеноза ствола ЛКА по данным ВСУЗИ, %	Сопутствующие поражения коронарных артерий
1	В устье	Неровности внутреннего контура	7,5	37,0	–
2	В устье	30%	8,5	40,5	Стент в проксимальном сегменте ПКА, неровности контура среднего сегмента ПКА
3	Бифуркационное	40%	8,2	43,0	Стент в ВТК, неровности контура проксимального сегмента ПМЖВ, среднего сегмента ПКА
4	Среднее	Неровности внутреннего контура	6,8	48,6	Стеноз до 50% дистального, 30% проксимального сегмента ПКА
5	В устье	50%	14,7	43,6	–
6	В устье	Неровности внутреннего контура	6,5	53,0	–
7	Среднее	50%	5,8	74,4	Стент в среднем сегменте ПМЖВ, стеноз до 90% ДВ, 75% ПКА, неровности контура проксимального и дистального сегментов ОА
8	Бифуркационное	30%	10,2	54,3	Стеноз 75% проксимального сегмента ПКА, 50% ВТК, 30% проксимального сегмента ПМЖВ

*Примечание.* КАГ – коронарная ангиография; ВСУЗИ – внутрисосудистое ультразвуковое исследование; ПКА – правая коронарная артерия; ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь ЛКА; ВТК – ветвь тупого края ЛКА; ДВ – диагональная ветвь ЛКА; ОА – огибающая артерия.

водили в конце диастолы. Показанием к реваскуляризации ствола ЛКА считали минимальную площадь его просвета <6 мм<sup>2</sup> [9].

Определяли число случаев совпадения заключений КАГ и ВСУЗИ о необходимости реваскуляризации ствола ЛКА, т.е. оценивали меру согласия результатов КАГ с результатами референтного метода (в данном случае ВСУЗИ), рассчитав коэффициент каппа-Коэна (каппа-коэффициент). Оценивали результат согласно рекомендуемым Y. Talebkhan и соавт. критериям [10]: менее 0,2 – плохая степень согласованности; от 0,21 до 0,4 – удовлетворительная степень согласованности; от 0,41 до 0,6 – средняя степень согласованности; от 0,61 до 0,8 – хорошая степень согласованности; более 0,81 – очень хорошая степень согласованности.

### Результаты и их обсуждение

По результатам КАГ у 3 из 8 пациентов поражения ствола были изолированными, у других 5 имелись сопутствующие поражения других коронарных артерий (см. таблицу). У 3 из этих 5 пациентов ранее было выполнено стентирование других коронарных артерий без признаков рестеноза на момент настоящего исследования. По результатам ВСУЗИ средняя минимальная площадь просвета ствола ЛКА составила  $8,5 \pm 2,8$  мм<sup>2</sup>,

средняя степень стенозирования ствола ЛКА –  $49,3 \pm 11,8\%$  (см. таблицу).

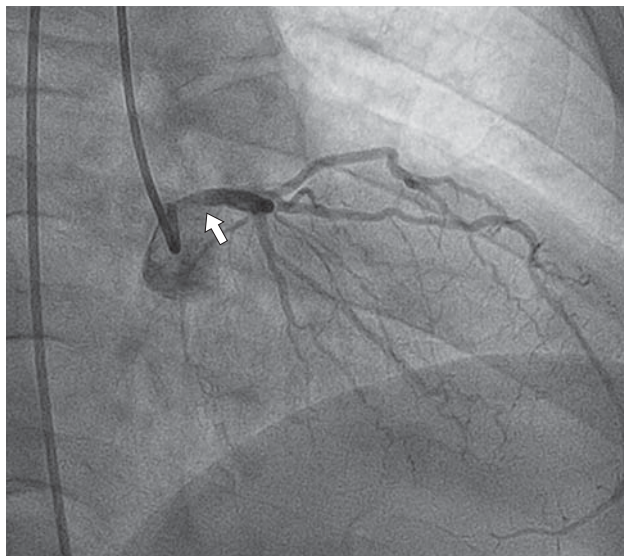
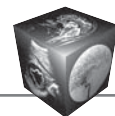
Преобладали поражения устья ствола ЛКА (50% случаев). У 7 пациентов из 8 степень стеноза ствола ЛКА, определенная при ВСУЗИ, оказалась больше, чем по данным КАГ.

В 87% случаев площадь просвета ствола ЛКА была больше 6 мм<sup>2</sup>. КАГ переоценила степень стенозирования ствола ЛКА у 1 (13%) пациента (рис. 1, 2). Минимальная площадь просвета ствола ЛКА по результатам ВСУЗИ была меньше 6 мм<sup>2</sup> у 1 (13%) пациента из 8 (рис. 3, 4).

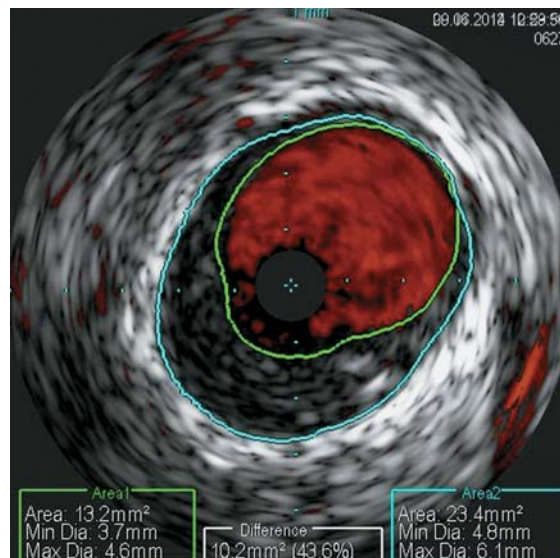
Рассчитанное значение каппа-коэффициента составило 0,6 (ДИ –0,072 – 1,272;  $p = 0,064$ ). Величина  $p > 0,005$  свидетельствует об отсутствии достоверной согласованности результатов КАГ и ВСУЗИ в отношении необходимости реваскуляризации.

В соответствии с действующими рекомендациями показаниями к реваскуляризации ствола ЛКА является стенозирование 50% и более его просвета по данным КАГ или снижение фракционного резерва коронарного кровотока (ФРК), характеризующего функциональную значимость коронарного стеноза,  $\leq 0,8$  [11]. Но КАГ не может быть признана референтным методом оценки ствола ЛКА в силу ряда причин: диффузный характер атеросклеротического поражения коронарного русла

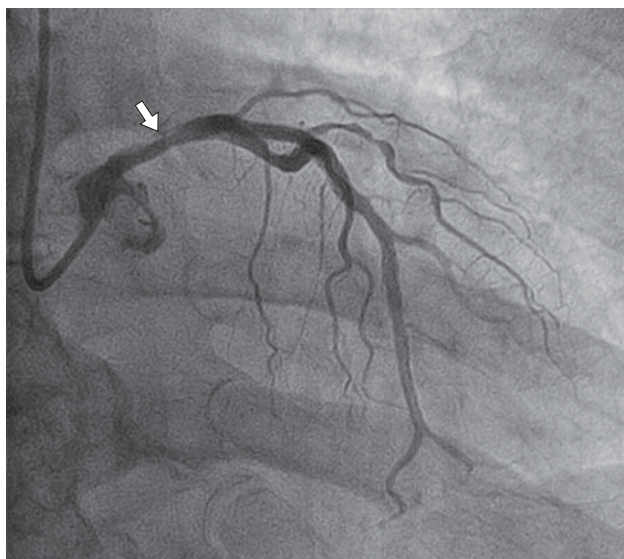




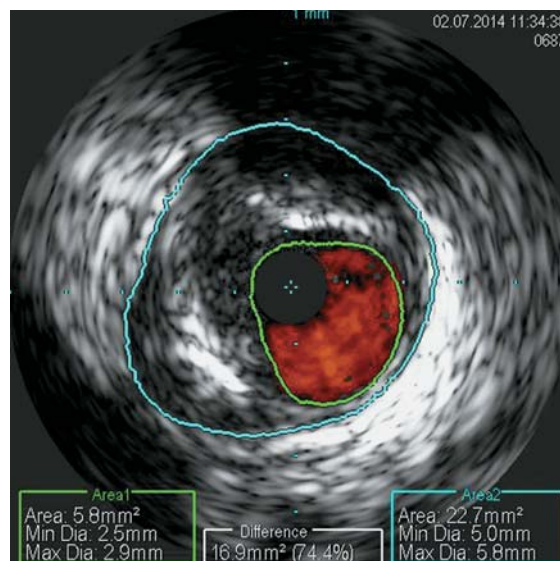
**Рис. 1.** Коронароангиограмма пациента Д.: пограничный (50%) стеноз устья ствола ЛКА (стрелка).



**Рис. 2.** Внутрисосудистое ультразвуковое изображение устья ствола ЛКА, пациент Д.: минимальная площадь просвета ствола ЛКА 13,2 мм<sup>2</sup>; степень стеноза 43,6%. Площадь атеросклеротической бляшки 10,2 мм<sup>2</sup>; бляшка эксцентричная, неоднородной эхогенности. Реваскуляризация ствола ЛКА данному пациенту не показана.



**Рис. 3.** Коронароангиограмма пациента Г.: пограничный (50% просвета) стеноз среднего отдела ствола ЛКА (стрелка).



**Рис. 4.** Внутрисосудистое ультразвуковое изображение среднего отдела ствола ЛКА, пациент Г.: минимальная площадь просвета ствола ЛКА 5,8 мм<sup>2</sup>; степень стеноза 74,4%. Площадь атеросклеротической бляшки 16,9 мм<sup>2</sup>; бляшка эксцентричная, с включениями кальция и характерной акустической тенью на 7 и 12 часах. Пациенту показана реваскуляризация ствола ЛКА.

зачастую обуславливает невозможность выделить неизменный референтный сегмент, особенно учитывая небольшую протяженность сосуда. Кроме того, так называемое эксцентричное ремоделирование артерии, когда бляшка растет

не внутрь ее просвета, а наружу, ведет к тому, что артерия кажется неизменной при КАГ. Все это объясняет, почему процент стеноза, определенного с помощью ВСУЗИ, зачастую больше определенного при КАГ – ведь ВСУЗИ позволяет



оценить не только просвет коронарной артерии, но и состояние среза ее стенки [5, 12, 13]. Однако возможны ситуации, когда КАГ переоценивает степень стенозирования ствола ЛКА – при наличии анатомического его перегиба или спазме артерии во время КАГ. Все эти особенности делают ангиографическую оценку ствола ЛКА трудной задачей даже для высококвалифицированного интервенционного кардиолога [5, 12].

Определение ФРК при поражении ствола ЛКА пока не получило широкого распространения в отечественной клинической практике. При оценке необходимости реваскуляризации незначимых при КАГ поражений этой локализации большая роль пока отводится ВСУЗИ.

Было выявлено, что для ВСУЗИ характерна большая точность и воспроизводимость абсолютных значений (площади и диаметра просвета артерии) в сравнении с относительными измерениями, такими как процент сужения просвета артерии. Из всех показателей ВСУЗИ самую сильную корреляционную связь со снижением ФРК показала минимальная площадь просвета стенозированной коронарной артерии [14], поэтому при принятии решения о необходимости восстановления просвета сосуда принято ориентироваться на этот показатель.

Хотя у 7 из 8 пациентов минимальная площадь просвета ствола ЛКА превышала 6 мм<sup>2</sup>, т.е. не достигала референтного значения, диаметр просвета сосуда в месте поражения, определенный с помощью ВСУЗИ, в 87% случаев превышал этот же параметр, определенный при КАГ. Следовательно, несмотря на отсутствие показаний к оперативному лечению на момент исследования, результаты ВСУЗИ указывают на необходимость более пристального динамического наблюдения таких пациентов.

В нашем исследовании КАГ переоценила степень стенозирования ствола ЛКА только в 1 (13%) случае (см. рис. 1, 2). Однако если бы решение о необходимости стентирования ствола ЛКА принималось только на основании данных КАГ, операция этому пациенту была бы выполнена напрасно. Таким образом, наше исследование подтверждает несостоятельность КАГ и необходимость применения ВСУЗИ при оценке степени стенозирования ствола ЛКА в пограничных случаях.

В 1 случае ВСУЗИ подтвердило необходимость реваскуляризации ствола ЛКА, поскольку минимальная площадь его просвета составила 5,8 мм<sup>2</sup>, т.е. <6 мм<sup>2</sup> (см. рис. 3, 4). Кроме того, картина ВСУЗИ ствола ЛКА этого пациента (см. рис. 4) свидетельствовала о необходимости проведения предилатации ствола перед имплантацией стента,

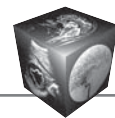
поскольку прямая имплантация могла привести к его дислокации. То есть в этом конкретном случае ВСУЗИ позволило не только подтвердить необходимость выполнения стентирования, но и определило технику его проведения. Стент был имплантирован с хорошим ангиографическим результатом.

Рассчитанное нами значение каппа-коэффициента позволяет сделать вывод о существенных расхождениях между результатами КАГ и ВСУЗИ в определении показаний к реваскуляризации ствола ЛКА у пациентов с пограничными его поражениями.

Ограничением данной работы является небольшое число наблюдений – представлены лишь первые результаты исследования. В последующем увеличение их числа позволит с большей точностью судить о мере согласия результатов КАГ и ВСУЗИ у исследуемого контингента больных.

Предыдущие исследования также показывают большой разброс между данными КАГ и ВСУЗИ. Согласно результатам многоцентрового исследования LITRO, минимальная площадь просвета ствола ЛКА по ВСУЗИ у 33% пациентов с ангиографическими стенозами 25–30% его просвета составила <6 мм<sup>2</sup>; с другой стороны, у 43% пациентов с ангиографическими стенозами более 50% ствола ЛКА минимальная площадь стеноза по ВСУЗИ оказалась больше 6 мм<sup>2</sup> [9]. В исследовании A. Abizaid и соавт. [15] ангиографически определенный процент стенозирования ствола ЛКА у пациентов с пограничным его поражением плохо коррелировал с данными ВСУЗИ и не был прогностически значимым. Отечественные исследователи также считают, что стентированию пограничных при КАГ стенозов ствола ЛКА должно предшествовать ВСУЗИ [16]. Однако сопоставление результатов КАГ и ВСУЗИ с оценкой меры согласия методов у данного контингента пациентов ранее не проводилось.

Следует сказать, что в настоящее время в действующих рекомендациях показания к проведению ВСУЗИ при оценке степени коронарных поражений различаются. Например, в руководстве Европейского общества кардиологов класс рекомендаций по выполнению ВСУЗИ при поражениях ствола ЛКА – IIb (уровень доказательности B) [17]. Американские эксперты в этой же ситуации демонстрируют большую уверенность в необходимости применения ВСУЗИ – класс рекомендаций IIa (уровень доказательности B) [3]. Для повышения уровня доказательности применения ВСУЗИ с целью более широкого его использования требуется проведение контролируемых рандомизированных исследований.



Наши данные подтверждают необходимость использования ВСУЗИ при оценке степени стенозирования ствола ЛКА при пограничных его поражениях по результатам КАГ. Катетеризационным лабораториям, не имеющим возможности проведения ВСУЗИ, следует направлять таких больных в высокоспециализированные кардиохирургические центры.

## Заключение

Поскольку результаты КАГ и ВСУЗИ в определении показаний к реваскуляризации ствола ЛКА у пациентов с пограничными его поражениями при КАГ могут существенно расходиться, принимать решение о необходимости реваскуляризации пограничных по данным КАГ стенозов ствола ЛКА в условиях отечественной практики следует по результатам ВСУЗИ.

## Список литературы / References

1. Lindstaedt M., Spiecker M., Perings C. et al. How good are experienced interventional cardiologists at predicting the functional significance of intermediate or equivocal left main coronary artery stenoses? *Int. J. Cardiol* 2007; 120: 254–261.
2. Hamilos M., Muller O., Cuisset T. et al. Long-term clinical outcome after fractional flow reserve-guided treatment in patients with angiographically equivocal left main coronary artery stenosis. *Circulation*. 2009; 120: 1505–1512.
3. Levine G.N., Bates E.R., Blankenship J.C., et al. 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2012; 79 (3): 453–495.
4. Isner J.M., Kishel J., Kent K.M. et al. Accuracy of angiographic determination of left main coronary arterial narrowing. *Angiographic-Histologic correlative analysis in 28 patients. Circulation*. 1981; 63: 1056–1065.
5. Иванов В.А., Мовсесянц М.Ю., Трунин И.В. Внутрисосудистые методы исследования в интервенционной кардиологии. М.: Медпрактика; 2008; 212 с.  
Ivanov V.A., Movsesyants M.Y., Trunin I.V. Intravascular methods of research in intervention surgery. М.: Medpraktika, 2008. 212 p. (In Russian)
6. Judkins M.P. Selective coronary arteriography. I. A percutaneous transfemoral technic. *Radiology*. 1967; 89 (5): 815–824.
7. Schlesinger M.J., Zoll P.M., Wessler S. The conus artery; a third coronary artery. *Am. Heart J.* 1949; 38 (6): 823–836.
8. Петросян Ю.С., Зингерман Л.С. Коронарография. М.: Медицина, 1974. 151 с.  
Petrosyan Y.S., Zingerman L.S. Coronary angiography. М.: Meditsina, 1974. 151 p. (In Russian)
9. De la Torre Hernandez J.M., Hernández Hernandez F., Alfonso F. et al. Prospective application of pre-defined intravascular ultrasound criteria for assessment of intermediate left main coronary artery lesions results from the multicenter LITRO study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011; 58 (4): 351–358.
10. Talebkhani Y., Mohammadi M., Rakhshani N., et al. Inter-observer variations in histopathological assessment of gastric pathology. *Pathology*. 2009; 41 (5): 428–432.
11. Fihn S.D., Gardin J.M., Abrams J., et al. 2012 ACCF/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS Guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, and the American College of Physicians, American Association for Thoracic Surgery, Preventive Cardiovascular Nurses Association, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 60 (24): e44–e164.
12. Демин В.В. Клиническое руководство по внутрисосудистому ультразвуковому исследованию. Оренбург: Южный Урал, 2005. 400 с.  
Demin V.V. Clinical guidelines for intravascular ultrasound research. Orenburg: Juzhnyj Ural, 2005. 400 p. (In Russian)
13. Lotfi A., Jeremias A., Fearon W.F. et al. Expert consensus statement on the use of fractional flow reserve, intravascular ultrasound, and optical coherence tomography: a consensus statement of the society of cardiovascular angiography and interventions. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2014; 83 (4): 509–518.
14. Naganuma T., Latib A., Costopoulos C. et al. The role of intravascular ultrasound and quantitative angiography in the functional assessment of intermediate coronary lesions: correlation with fractional flow reserve. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2014; 15 (1): 3–7.
15. Abizaid A.S., Mintz G.S., Abizaid A. et al. One-year follow-up after intravascular ultrasound assessment of moderate left main coronary artery disease in patients with ambiguous angiograms. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1999; 34 (3): 707–715.
16. Мовсесянц М.Ю., Бобков Ю.А., Белякин С.А. с соавт. Внутрисосудистые методы исследования на различных этапах коронарных вмешательств при поражениях ствола ЛКА и бифуркационных поражениях. Тезисы ежегодной научно-практической конференции Российского Научного Общества Интервенционных Кардиологов “Теория и практика современной интервенционной кардиоангиологии”. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2009; 19: 47–48.  
Movsesjanc M.Ju., Bobkov Ju.A., Beljakin S.A. et al. Intravascular methods of research in different stage of coronary intervention surgery for lesions of left main coronary artery and bifurcation lesions. Theses of annual science and practical conference of Russian Scientific Society of Intervention Surgeons “Theory and practice of current intervention cardioangiology”. *International Journal of Inteventional Cardioangiology*. 2009; 19: 47–48. (In Russian)
17. Task Force Members, Montalescot G., Sechtem U., et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur. Heart J.* 2013; 34 (38): 2949–3003.