

Тактика лечебных мероприятий при тромбозе инфаркт-ответственной артерии у больных с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST

С. Мета^{1,2*}, Дж.К. Костела³, Э. Оливерос³, О. Рейнбах³, Ч. Жанг³, К. Пена³, Д. Пател³, М.М. Осса Галвис³, Д. Родригес³

¹ Университет Майами – медицинская школа Миллер

² Президент фонда Люмен

³ Фонд Люмен, Майами, США

Развитие no-reflow и дистальная эмболизация напрямую связаны со снижением частоты ангиографического успеха процедуры, снижением перфузии миокарда по шкале MBG, сниженным уровнем резольции ST после первичного ЧКВ, большим уровнем повышения кардиоспецифических ферментов при ОИМ, снижением фракции выброса левого желудочка и более высоким уровнем поздней летальности от инфаркта. Мы считаем, что использование устройств для тромбэктомии, таких как аспирационные катетеры и катетеры для реолитической терапии, позволит снизить частоту этих осложнений. Учитывая отсутствие официальных развернутых рекомендаций по борьбе с тромбозом, мы разработали свою стратегию (стратегию Mehta), основываясь на нашем опыте работы в рамках регистра Single INdividual Community Experience Registry (SINCERE).

Ключевые слова: острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST, массивный тромбоз, тромбоаспирация, первичное чрескожное коронарное вмешательство.

Введение. На настоящий момент нет официальных развернутых рекомендаций по борьбе с тромбозом. Таким образом, с практической точки зрения подход к лечению должен основываться на легкодоступной ангиографической оценке тромбоза.

Цель работы: продемонстрировать дифференцированную стратегию борьбы с тромбозом в зависимости от его уровня по шкале TTG.

Методы. Начиная с октября 2003 г. и по настоящий момент в регистр Single SINCERE были включены ЧКВ с коротким временем “дверь–баллон”, выполненные по поводу STEMI в 5 больницах Южной Флориды. Разработанная нами дифференцированная стратегия борьбы с тромбозом была успешно использована в ходе 1178 процедур. Эта стратегия включала в себя прямое стентирование при незначительном уровне тромбоза, мануальную тромбаспирацию при сред-

ней выраженности тромбоза и реолитическую терапию при массивном тромбозе.

Результаты. Во всех 1178 вмешательствах было достигнуто низкое время “дверь–баллон” и получены отличные непосредственные и отдаленные результаты.

Вывод. Основываясь на нашем опыте работы в рамках регистра SINCERE, мы разработали свою стратегию борьбы с тромбозом – стратегию Mehta.

Сокращения:

ПЧКВ – первичное чрескожное коронарное вмешательство

ST-ОИМ – острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST

SINCERE – Single INdividual Community Experience

TIMI – thrombolysis in myocardial infarction, тромболитис при инфаркте миокарда

STR – ST-resolution, резольция сегмента ST

MBG – myocardial blush grade, степень контрастирования пропитывания миокарда

ОИМ – острый инфаркт миокарда

ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство

Введение

Тромбоз играет ключевую роль в патофизиологии острого инфаркта миокарда с подъ-

* Адрес для переписки:

Sameer Mehta, MD, FACC

Chairman, Lumen Foundation Voluntary Associate Clinical Professor of Medicine, University of Miami – Miller School of Medicine
55 Pinta Road, Miami, FL 33133

Тел.: (305) 860-2843, (305) 856-2351 (fax)

E-mail: sameer.lumenglobal@gmail.com

Статья получена 15 февраля 2014 г.

Принята к публикации 12 марта 2014 г.

емом сегменте ST (ST-ОИМ), а его выявление и адекватное лечение являются обязательными составляющими выполняемых по этому поводу чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ). Так, при ST-ОИМ часто наблюдается дистальная эмболизация тромботическими массами, что непосредственно связано с ухудшением отдаленных результатов лечения, включающих в себя большой уровень повышения кардиоспецифических ферментов, более частое развитие серьезных осложнений на госпитальном этапе, снижение фракции выброса левого желудочка, повышенную кардиальную смертность и большую частоту экстренных аортокоронарных шунтирований (1–4). Кроме того, выраженный тромбоз при ST-ОИМ ассоциирован с увеличенной частотой развития *no-reflow* и дистальной эмболизации (Clin. Appl. Thromb. Hemost. 2013, Mar 27). Исходя из этого, для борьбы с тромбозом был предложен ряд технологических и фармакологических решений (5, 6).

Наша стратегия, используемая в ходе первичного ЧКВ (ПЧКВ), была разработана в ходе работы с регистром SINCERE (Single Individual Community Experience Registry), включающим в себя 1178 вмешательств. Согласно ей, важнейшим условием ангиографического успеха вмешательства по поводу ST-ОИМ являются правильное определение инфаркт-ответственного поражения и адекватная борьба с тромбозом. Основные тезисы этой стратегии недавно были опубликованы в *Interventional Cardiology Clinics* (7), и это позволяет нам надеяться, что простота стратегии сделает ее привлекательной для специалистов.

Патофизиология тромбоза

Атеросклероз – это хронический воспалительный процесс, лежащий в основе развития бляшек в сосудах, в том числе и коронарных. Атерогенез же, т.е. собственно формирование бляшки, включает в себя каскад процессов, запускаемых повреждением эндотелия и развитием воспаления с последующим отложением воспалительных элементов (липопротеидов, макрофагов, тромбоцитов, гладкомышечных клеток, коллагена и т.д.) (8). К эндотелиальному повреждению в свою очередь предрасполагает ряд факторов риска, в том числе возраст, мужской пол, наследственная предрасположенность, гиперлипидемия, артериальная гипертензия, курение и сахарный диабет.

Помимо местных факторов, в развитии бляшки значительную роль играет процесс тромбообразования (особенно на стадии развития осложнений). Это позволяет использовать термин “атеротромбоз”, чтобы подчеркнуть связь между процессами атеросклероза и тромбоза (8). Под воздействием внешних и внутренних факторов на поверхности бляшки появляются трещины, разрывы либо эрозии (9), что запускает каскад тромбообразования по одному из двух путей. Первый из них начинается с взаимодействия коллагена сосудистой стенки и гликопротеинов на поверхности тромбоцитов. В частности, гликопротеин VI связывается с коллагеном сосудистой стенки, а гликопротеин Ib–V–IX взаимодействует с коллагенсвязанным фактором Виллебранда. Этот процесс не только фиксирует адгезию тромбоцитов к сосудистой стенке, но и активирует тромбоциты, вызывая тромбиннезависимую дегрануляцию (10). В конечном итоге это приводит к образованию “белых” тромбов, состоящих из тканевого детрита, фибрина, тромбоцитов и небольшого числа эритроцитов. Вслед за “белыми” тромбами второй путь запускает формирование “красных” тромбов, богатых эритроцитами и тромбином (11).

Второй путь свертывания опосредуется тканевым фактором, запускающим внешний путь коагуляции. Связываясь с активированным фактором VII, он активирует фактор IX, таким образом запуская каскад тромбообразования. Тромбин в свою очередь активирует PAR-4 (активируемые протеиназой рецепторы 4-го типа), что приводит к высвобождению АДФ, серотонина и тромбоксана A₂, являющихся медиаторами дальнейшей активации тромбоцитов.

В зависимости от размера бляшки оба пути могут приводить к окклюзивному тромбозу и ОИМ. Сложность экстренных вмешательств обусловлена в том числе и тем, что со временем происходят уплотнение, стабилизация и прогрессия первичного “белого” тромба по второму пути.

Тромбоз и ST-ОИМ

Тромбоз – динамический процесс. На ранних этапах он представлен преимущественно тромбоцитарным сгустком, но уже через несколько часов он прогрессирует в плотный, организованный “красный” тромб, состоящий из эритроцитов и нитей фибрина. На рис. 1 представлены динамическая картина морфологии тромбообразования

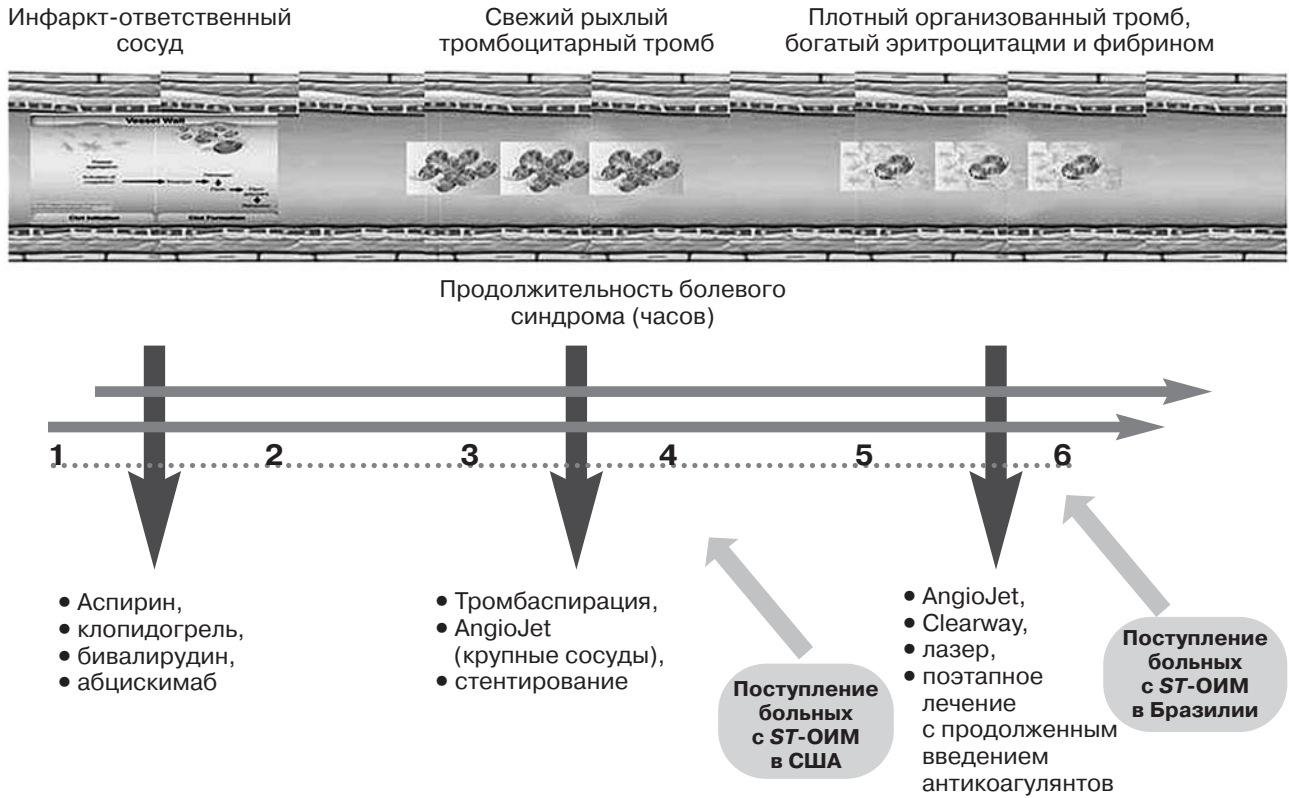


Рис. 1. Динамика тромбообразования.

и подходы к лечению, соответствующие каждому этапу. На практике это отражается различными подходами по отношению к ангиографической картине тромбоза.

Методы

Классификация TIMI thrombus grade (TTG) является основой для стратегии

Mehta (табл. 3) и предусматривает распределение тромбов по ангиографическим характеристикам (табл. 1). В основе этой классификации лежит работа G. Sianos и соавт. (17). В табл. 4 сформулирован пошаговый стандартизованный алгоритм для всего вмешательства, основанный на этой классификации.


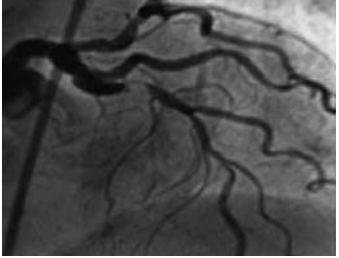

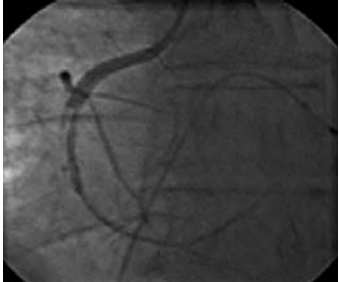
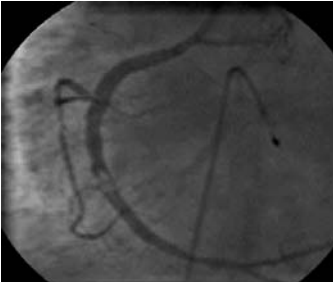



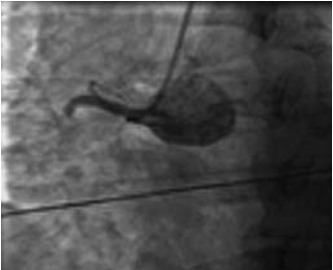
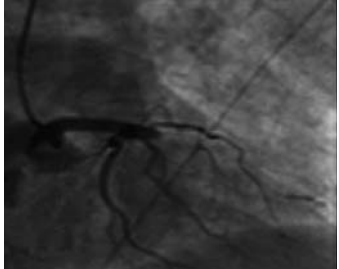
Таблица 1. Классификация TIMI thrombus grade (TTG)

0	Отсутствие ангиографических признаков тромбоза
1	Вероятный тромбоз. Такие ангиографические признаки, как размытость или неровность контуров сосуда, пониженная плотность контрастирования (“просветление”) либо отрицательный мениск окклюзии, являются признаками, позволяющими предположить наличие тромба, но не могут являться абсолютными критериями
2	Незначительный тромбоз: явный тромб с максимальным размером меньше либо равным половине диаметра сосуда
3	Умеренный тромбоз: явный тромб с максимальным размером больше половины диаметра, но меньше двух диаметров сосуда
4	Массивный тромбоз: явный тромб с максимальным размером больше либо равным двум диаметрам сосуда
5	Тотальный тромбоз

Взято из:

The TIMI-III Investigators. Early effects of tissue-type plasminogen activator added to conventional therapy on the culprit coronary lesion in patients presenting with ischemic cardiac pain at rest. *Circulation*. 1993, 87, 38–52.
 van't Hof AW, Liem A, Suryapranata H, et al. Angiographic assessment of myocardial reperfusion in patients treated with primary angioplasty for acute myocardial infarction: myocardial blush grade. *Zwolle Myocardial Infarction Study Group. Circulation*. 1998, 97, 2302–2306.

Таблица 3. Стратегия дифференцированного подхода к лечению тромбоза в зависимости от его объема:

Степень	Определение тромбоза	Ангиографические примеры	
0	Отсутствие ангиографических признаков тромбоза		
1	Вероятный тромбоз. Такие ангиографические признаки, как размытость или неровность контуров сосуда, пониженная плотность контрастирования (“просветление”) либо отрицательный мениск окклюзии, являются признаками, позволяющими предположить наличие тромба, но не могут являться абсолютными критериями		
2	Незначительный тромбоз: явный тромб с максимальным размером меньше либо равным половине диаметра сосуда		
3	Умеренный тромбоз: явный тромб с максимальным размером больше половины диаметра, но меньше двух диаметров сосуда		
4	Массивный тромбоз: явный тромб с максимальным размером больше либо равным двум диаметрам сосуда		
5	Тотальный тромбоз		

стратегия Mehta



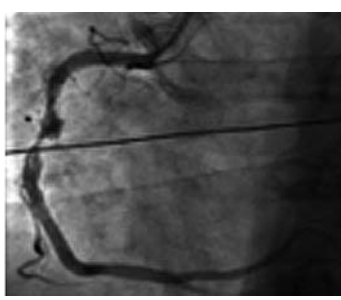

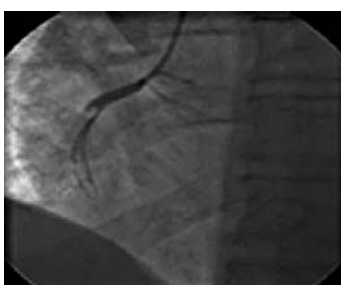
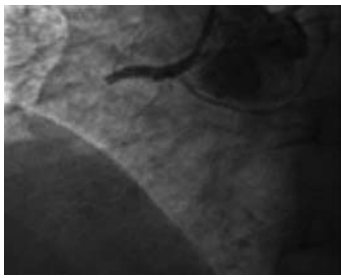
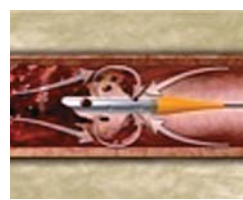
	Классификация Mehta	Технические аспекты применения	
		аспирационный катетер	AngioJet
	Прямое стентирование +/- предилатация	<ul style="list-style-type: none"> • Наиболее эффективен при свежем тромбе; организованный тромб более устойчив к попыткам аспирации • Наличие катетеров с различными профилями, различной доставляемостью, удобством манипулирования и скоростью аспирации • Все совместимы с интродьюсером 6 F. 	<ul style="list-style-type: none"> • Можно использовать радиальный доступ. Хотя для ПМЖВ и в некоторых случаях для ОВ может и не потребоваться ВЭКС, мы предпочитаем всегда устанавливать электрод • Часто требуется выполнить несколько пассажей.
 	 Аспирационная тромбэктомия	<ul style="list-style-type: none"> • Полезно иметь в запасе хотя бы один и уметь с ним обращаться • Чтобы облегчить проведение катетера по проводнику, промойте его просвет перед использованием • Избегайте перегибов катетера, продвигайте его медленно • Следите за кончиком проводника при продвижении аспирационного катетера, чтобы избежать его смещения • Вводите аспирационный катетер на всю длину тромбированного участка 	<ul style="list-style-type: none"> • Выдерживайте паузу после каждых 2–3 пассажей для восстановления гемодинамики, оптимизации положения проводника и проводникового катетера и оценки результатов • Зачастую сразу после первого пассажа восстанавливается адекватный кровоток • В случае плотного организованного тромба нужно завести катетер дистальнее, соблюдая осторожность
 	 AngioJet		<ul style="list-style-type: none"> • Не используйте катетер при выраженной извитости сосуда и диаметре сосуда менее 2 мм • Так как AngioJet используется для удаления больших тромбов и при тромбозах высокой степени, рассмотрите возможность применения абцисимаба в качестве дополнительного средства лечения

Таблица 4. Устройства для тромбэктомии



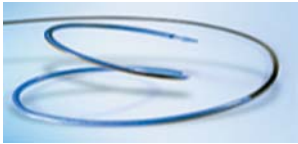




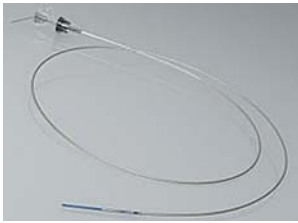









Устройство	Характеристики	
Аспирационные катетеры		
Diver C.E.		<ul style="list-style-type: none"> • Существует в двух версиях: с боковыми отверстиями (для свежих, рыхлых тромбов) и без них (для организованных тромбов) • Сверхгибкий shaft с высокой проходимостью
Export®		<ul style="list-style-type: none"> • Гибкий дистальный кончик с плотной оплеткой • Проксимальная часть с более мягкой оплеткой, обеспечивающей высокую доставляемость
Pronto		<ul style="list-style-type: none"> • Дополнительно усилен по всей длине, что увеличивает доставляемость и устойчивость к кинкингу • Запатентованный кончик Silva обеспечивает защиту сосуда
QuickCat™		<ul style="list-style-type: none"> • Низкопрофильный аспирационный катетер 6 F • Средняя аспирационная способность, подвержен кинкингу
FETCH		<ul style="list-style-type: none"> • Монорельсовая система, совместим с интродьюсером 6 F • Shaft с оплеткой, гидрофильным покрытием и обтекаемым кончиком
HUNTER		<ul style="list-style-type: none"> • Монорельсовая система с двойным просветом, совместим с интродьюсером 6 F
THROMBUSTER		<ul style="list-style-type: none"> • Низкое трение, устойчивость к перегибам и высокая доставляемость за счет shaft с металлической оплеткой • Большой аспирационный канал и гидрофильное покрытие
FAST FUNNEL		<ul style="list-style-type: none"> • Временный проксимальный окклюдер устанавливается перед началом аспирации для предотвращения дистальной эмболизации, после чего выполняется аспирация шприцем • Совместим с интродьюсером 7 F
XTRACT		<ul style="list-style-type: none"> • Большой одиночный просвет со свободным проводником • Прямоугольный в продольном сечении кончик, позволяющий установить катетер непосредственно в области поражения • Изогнутый направляющий кончик с превосходной вращаемостью позволяет обработать всю поверхность сосуда

Таблица 4 (окончание).

VMAX		<ul style="list-style-type: none"> • Совместим с интродьюсерами 5 F и 6 F • Короткий кончик • Большой просвет для аспирации позволяет достичь высокой скорости аспирации и большого объема
FETCH 2		<ul style="list-style-type: none"> • Шафт с оплеткой, устойчивый к кинкингу • Низкопрофильная дистальная часть шафта обеспечивает лучшую гибкость, а высокопрофильный проксимальный участок шафта – лучшую способность к проталкиванию • Дистальная рентгеноконтрастная метка для лучшей визуализации
ELIMINATE		<ul style="list-style-type: none"> • Предустановленный стилет, оплетка шафта на всем протяжении, совместим с интродьюсером 6 F
Механическая тромбэктомия		
AngioJet®		<ul style="list-style-type: none"> • Система реолитической тромбэктомии, которая использует струи физиологического раствора под высоким давлением в дистальном кончике катетера. Струи создают отрицательное давление для всасывания тромба • Единственное устройство для тромбэктомии, которое разрешено к применению и для нативных коронарных артерий, и для синтетических графтов
X-Sizer®		<ul style="list-style-type: none"> • Винт Архимеда разработан так, чтобы захватить тромб в момент контакта с ним – быстро втащить его в просвет катетера, измельчить и удалить
RINSPIRATOR		<ul style="list-style-type: none"> • 3 просвета: первый – для проведения проводника, второй – для аспирации, третий – для одновременной подачи физиологического раствора через отверстия, расположенные проксимальнее аспирационного просвета, что создает турбулентный поток для лучшего удаления тромбов
RESCUE		<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие активной фрагментации тромба, подсоединяется к вакуумному мотору • 4,5F для монорельсового полиэтиленового катетера с отверстием для выхода проводника на расстоянии 30 см от дистального кончика – совместимость с проводником 0,014" или меньшего диаметра • Платиновая метка на дистальном кончике для лучшей визуализации
TVAC		<ul style="list-style-type: none"> • Эффективная длина 1350 мм, рентгеноконтрастный маркер с 250 мм покрытием, совместим с интродьюсером 7 F • Катетер с одним просветом • Катетер присоединяется к аспирационному насосу для создания вакуума и удаления тромботических масс

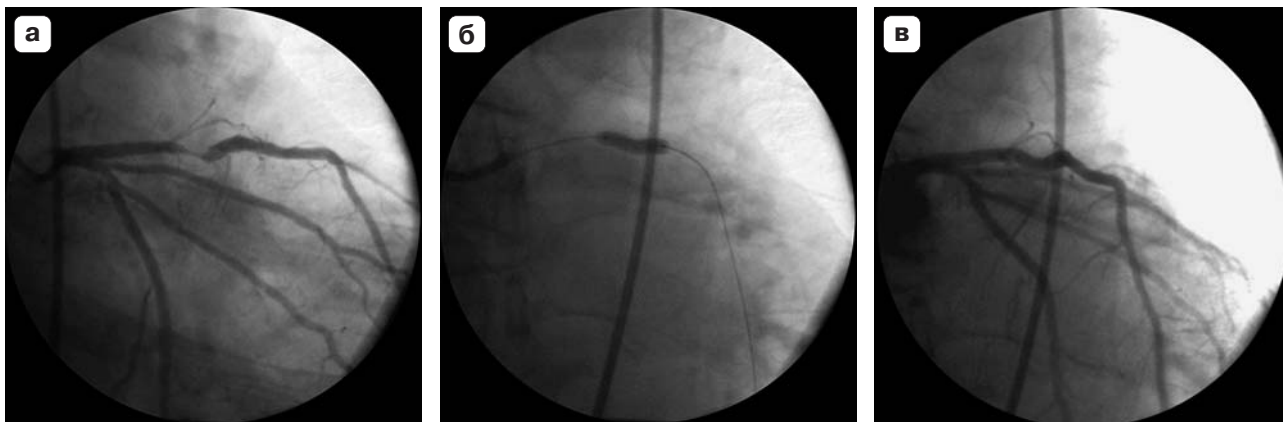


Рис. 2. ПЧКВ при ST-ОИМ с незначительным тромбозом. Незначительный тромбоз не требует сложных вмешательств. Приведенные ангиограммы принадлежат пациенту с острым передним ST-ОИМ. На первичной ангиограмме визуализируется инфаркт-ответственный критический стеноз ПМЖВ с тромбозом ТТГ 0–1 (а). Выполнена прямая имплантация стента 3,5 мм с лекарственным покрытием (б), время “дверь–баллон” составило 56 мин. На контрольной ангиограмме кровотоков TIMI 3 (в).

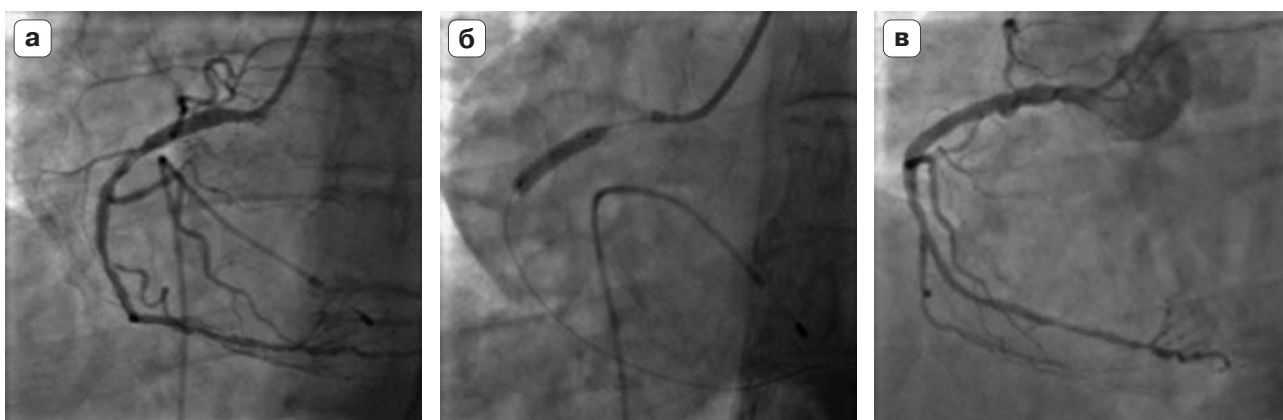


Рис. 3. Прямое стентирование при незначительном тромбозе. а – тромбоз ТТГ 1; б – прямое стентирование голометаллическим стентом диаметром 4 мм; в – результат стентирования.

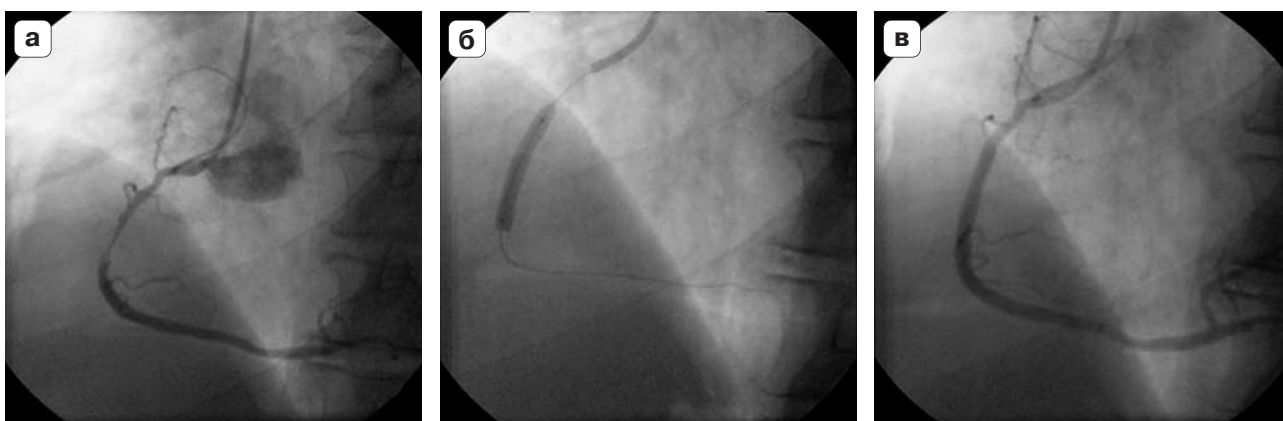


Рис. 4. Прямое стентирование при незначительном тромбозе. а – тромбоз ТТГ 1; б – прямое стентирование голометаллическим стентом диаметром 4 мм; в – результат стентирования.

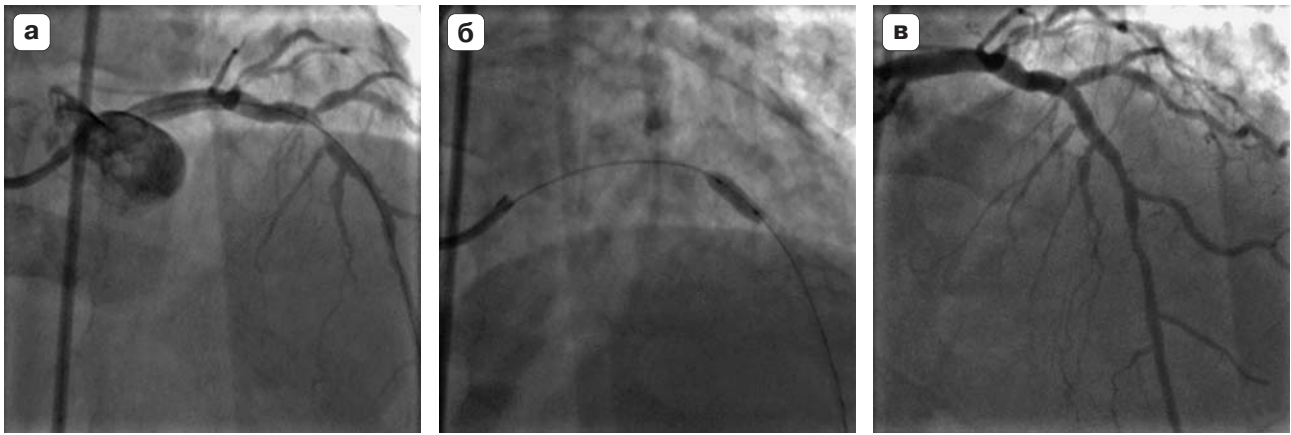


Рис. 5. Прямое стентирование при незначительном тромбозе. а – тромбоз ТТГ 1; б – прямое стентирование голометаллическим стентом диаметром 4 мм; в – результат стентирования.

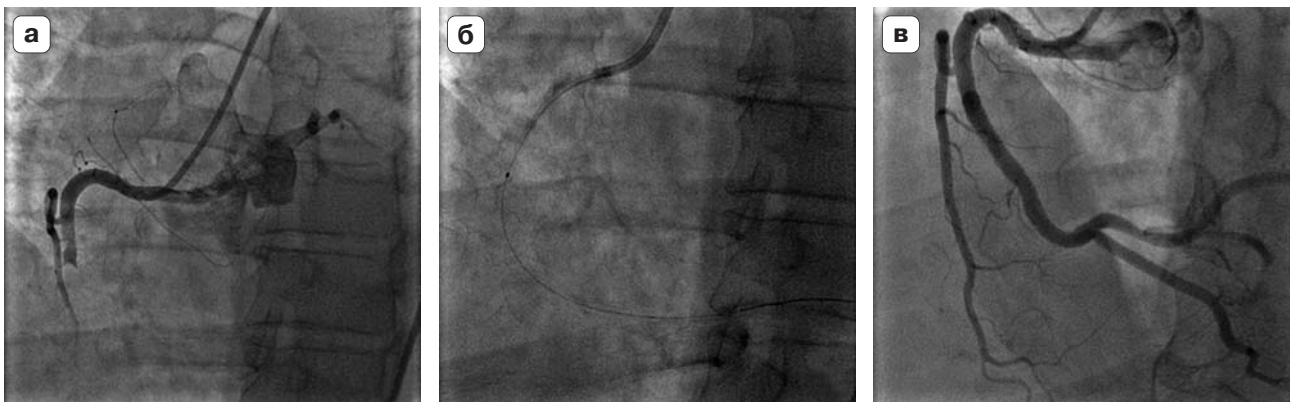


Рис. 6. ПЧКВ при ST-ОИМ с умеренно выраженным тромбозом. Методом выбора для лечения умеренного тромбоза является мануальная тромбаспирация с последующим решением вопроса о стентировании. На приведенной ангиограмме визуализируется умеренный тромбоз (ТТГ 3) (а) у пациента с подъемом ST в отведениях II – III. Выполнена мануальная тромбаспирация (б) с последующей имплантацией голометаллического стента диаметром 4 мм (в) с хорошим результатом. Время “дверь – баллон” составило 61 мин.

Первым этапом должна являться оптимальная визуализация тромба. Следует учесть, что тромбоз разумнее оценивать после проведения коронарного проводника. Мы не рекомендуем использовать баллонные катетеры, так как они могут вызвать дистальную эмболизацию и расширение зоны инфаркта. На наш взгляд, существует три нечастых ситуации, в которых их применение оправдано: 1) отсутствие уверенности в нахождении проводника в истинном просвете артерии; 2) быстрое восстановление антеградного кровотока в условиях тяжело переносимой ишемии миокарда (при этом следует помнить о возможности миграции тромба и дистальной эмболизации); 3) в от-

сутствие специализированных устройств для борьбы с тромбозом.

Как правило, после проведения проводника ангиографическая картина тромба не меняется, но при окклюзивном тромбозе реканализация зачастую приводит к появлению антеградного кровотока и формальному снижению уровня тромбоза (рис. 2–5). В условиях небольшого объема тромба (ТТГ 0–1) прямое стентирование может привести к приемлемому результату. В случае умеренного тромбоза (ТТГ 2–3) следует предварительно выполнить тромбаспирацию. Несколько рандомизированных исследований показали ее эффективность по клиническим и сурrogатным конечным точ-

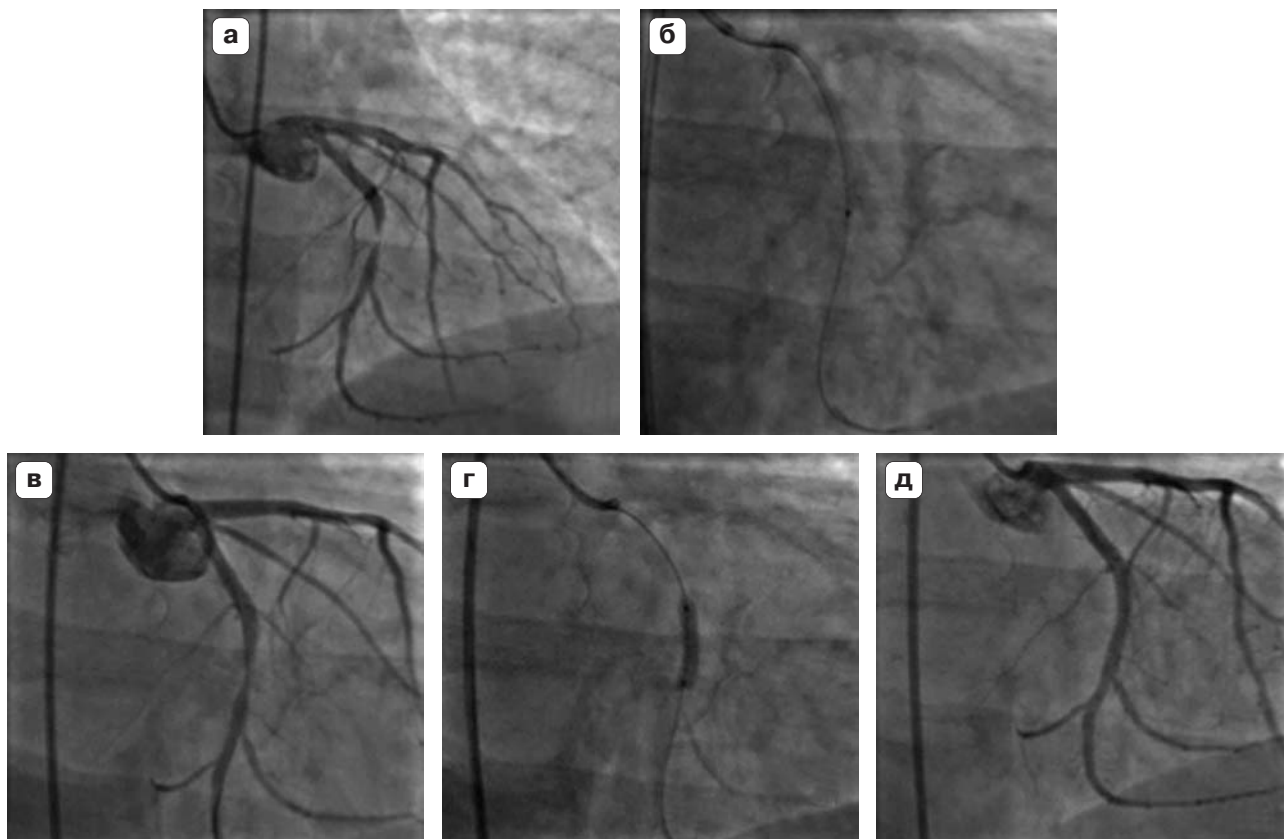


Рис. 7. Тромбаспирация при умеренном тромбозе. а – тромбоз ТТГ 2; б – тромбаспирация катетером Export; в – ангиограмма после тромбаспирации; г – имплантация голометаллического стента диаметром 3,5 мм; д – результат стентирования.

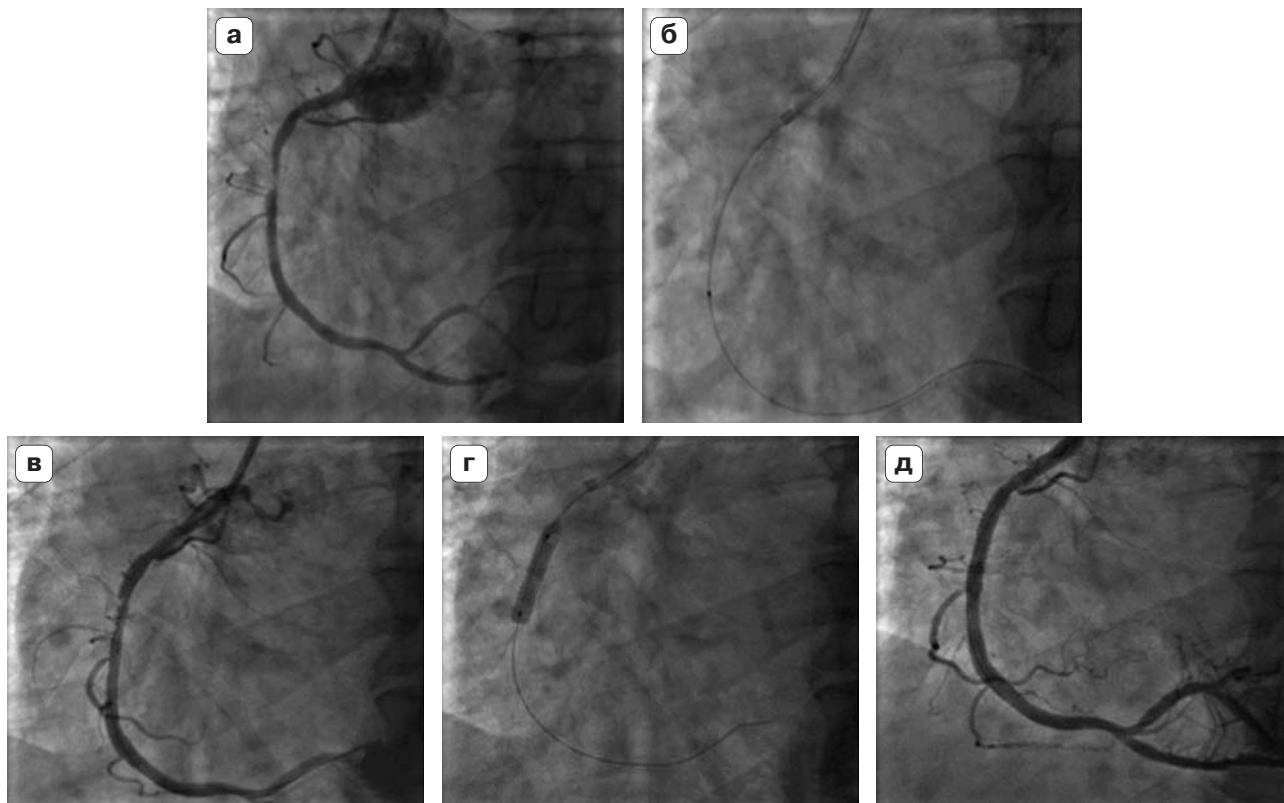


Рис. 8. Тромбаспирация при умеренном тромбозе. а – тромбоз ТТГ 1–2; б – тромбаспирация катетером Export; в – ангиограмма после тромбаспирации; г – имплантация голометаллического стента диаметром 3,5 мм; д – результат стентирования.

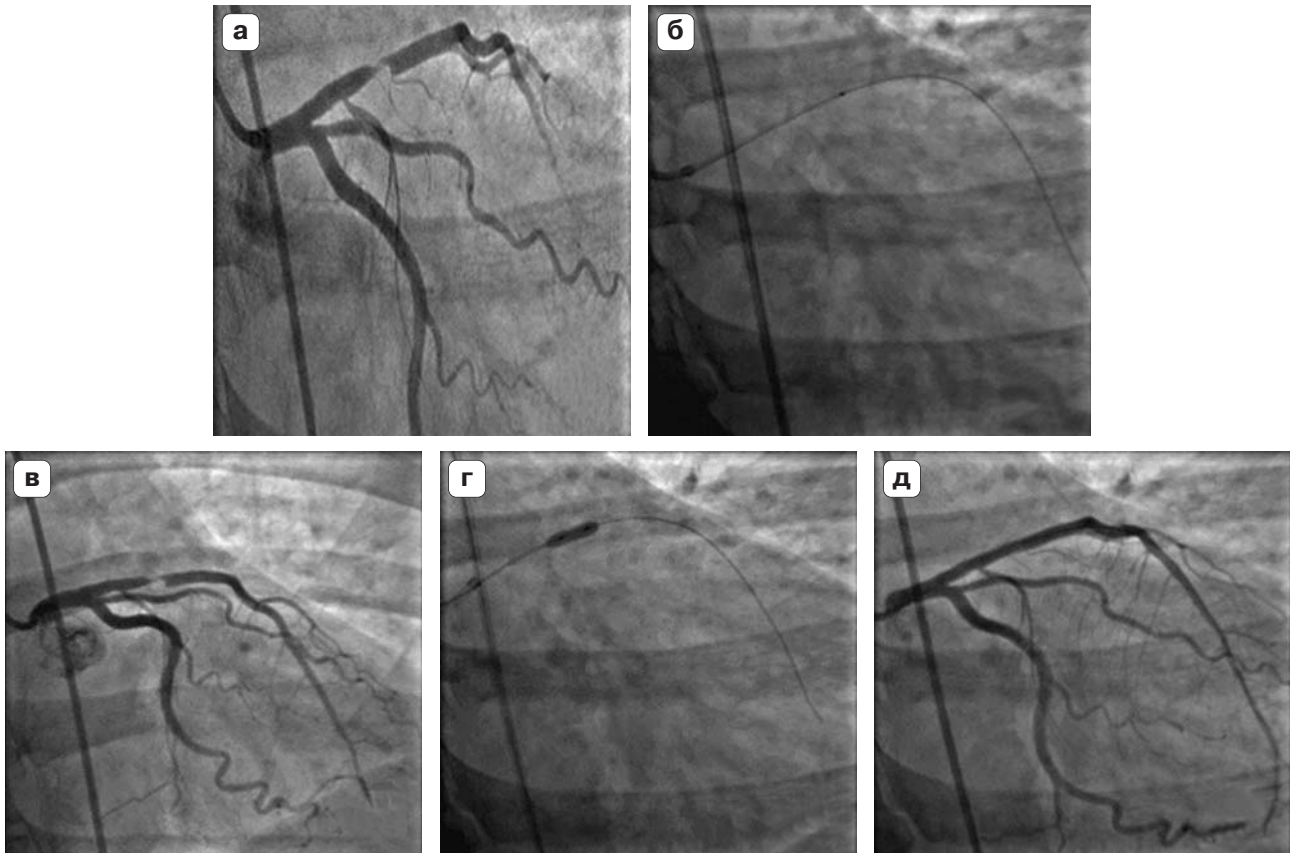


Рис. 9. Тромбаспирация при умеренном тромбозе. а – тромбоз ТТГ 2–3; б – тромбаспирация катетером Export; в – ангиограмма после тромбаспирации; г – имплантация стента с лекарственным покрытием диаметром 3,5 мм; д – результат стентирования.

кам, как-то: резольюция сегмента ST, MBG, достижение кровотока TIMI 3, снижение частоты дистальной эмболизации, улучшение клинических исходов заболевания (18–20). На рис. 6–9 продемонстрирована эффективность тромбаспирации при STEMI и умеренном тромбозе.

Результаты

ТТГ 0–1

В условиях незначительного тромбоза прямое стентирование является приемлемой стратегией. Мы предпочитаем обходиться без преддилатации, чреватой риском дистальной эмболизации. Во всех случаях мы вводим вазодилататоры, отдавая предпочтение нитропруссиду.

ТТГ 2–3

В случае умеренного тромбоза мы рекомендуем использование аспирационного катетера. Существует ряд полезных технических приемов, существенно увеличивающих эффективность этого подхода. Так, аспирацию необходимо повторять до тех пор,

пока остаются признаки тромбоза; зачастую достаточно двух проведений катетера. Катетер необходимо проводить на всю глубину тромба. Несмотря на кажущуюся простоту и эффективность применения аспирационных катетеров, следует помнить, что они являются монорельсовыми системами, и следить за кончиком коронарного проводника при их введении. Аспирационные отверстия катетера часто окклюдуются фрагментами тромба, что проявляется в прекращении поступления аспирата по катетеру. В этом случае следует извлечь и промыть катетер, после чего продолжить процедуру. Наконец, в редких случаях может произойти проксимальная миграция тромба. В одном случае, зафиксированным в регистре SINCERE, тромб был вытаснен из ветви тупого края до уровня бифуркации огибающей ветви, после чего был успешно использован AngioJet. Новые катетеры для тромбаспирации очень просты в использовании и являются инструментами первого выбора во всех случаях, за исключением массивного тромбоза, когда мануальная тромбаспирация не позволяет достичь оптимального результата.

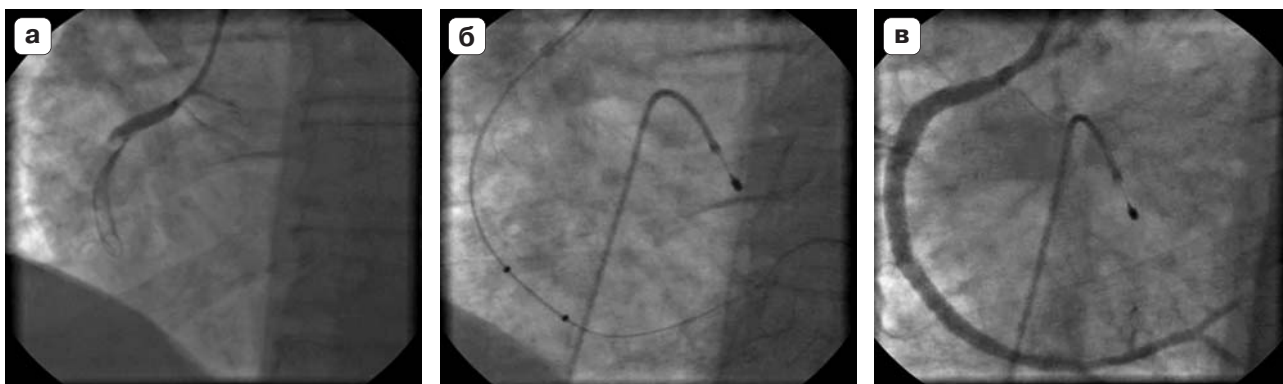


Рис. 10. ПЧКВ при ST-ОИМ с массивным тромбозом. Поражения с массивным тромбозом требуют более серьезных усилий в лечении. На исходной ангиограмме больного с нижним ST-ОИМ массивный тромбоз ПКА (ТТГ 3–4) (а). Проведена реолитическая терапия устройством AngioJet (б) с преследующей имплантацией стента. На заключительной ангиограмме – превосходный результат (в).

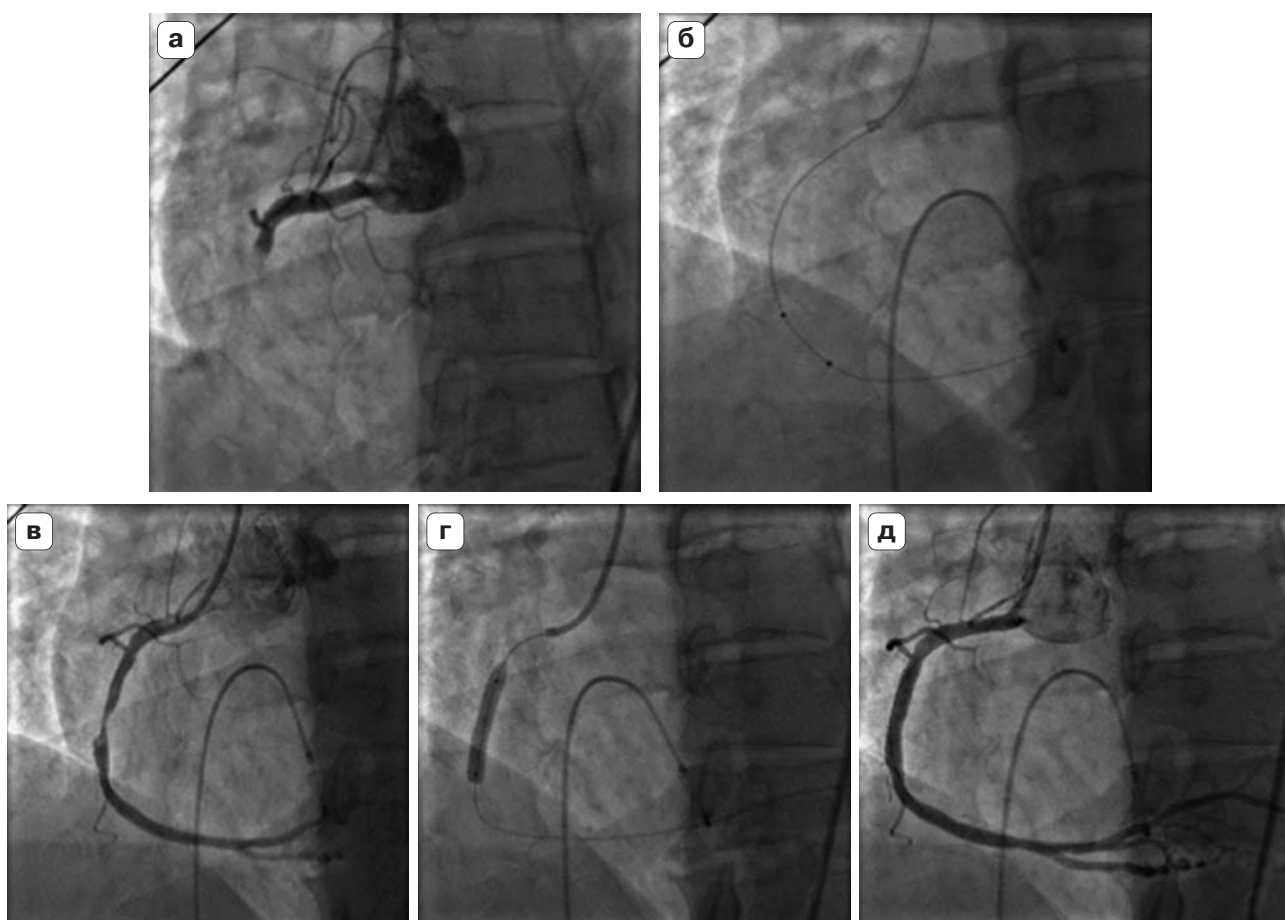


Рис. 11. Реолитическая терапия в лечении массивного тромбоза. а – тромбоз ТТГ 5; б – реолитическая терапия устройством AngioJet; в – результат тромбэктомии; г – имплантация голометаллического стента диаметром 4,0 мм; д – результат вмешательства.

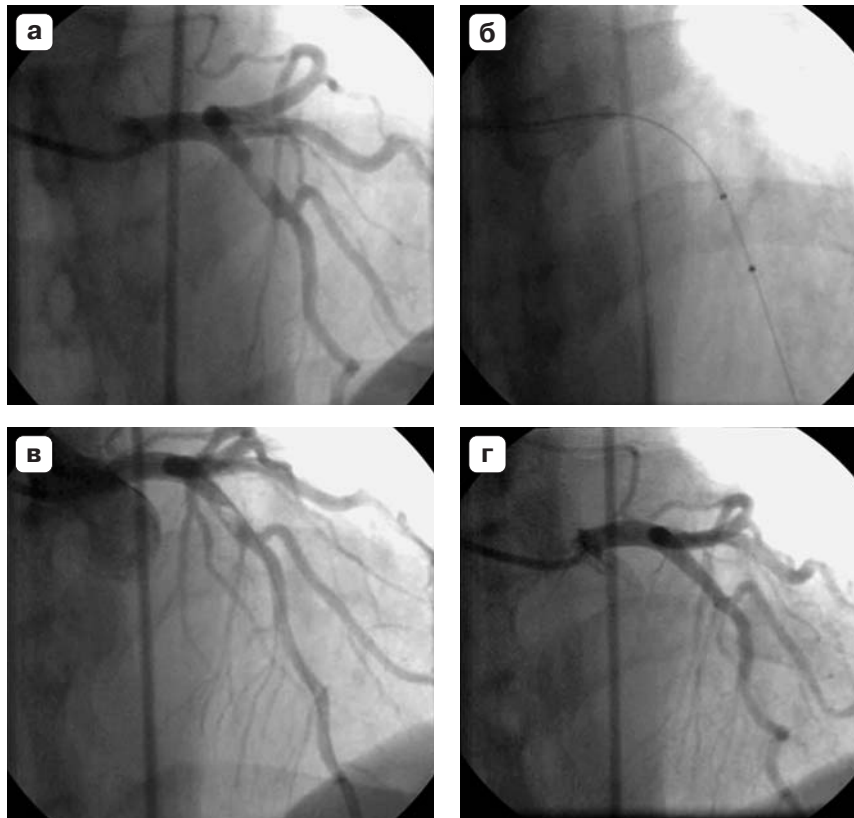


Рис. 12. Реолитическая терапия в лечении массивного тромбоза. а – массивный тромбоз среднего сегмента ПМЖВ; б – реолитическая терапия устройством AngioJet; в – результат тромбэктомии; г – результат стентирования.

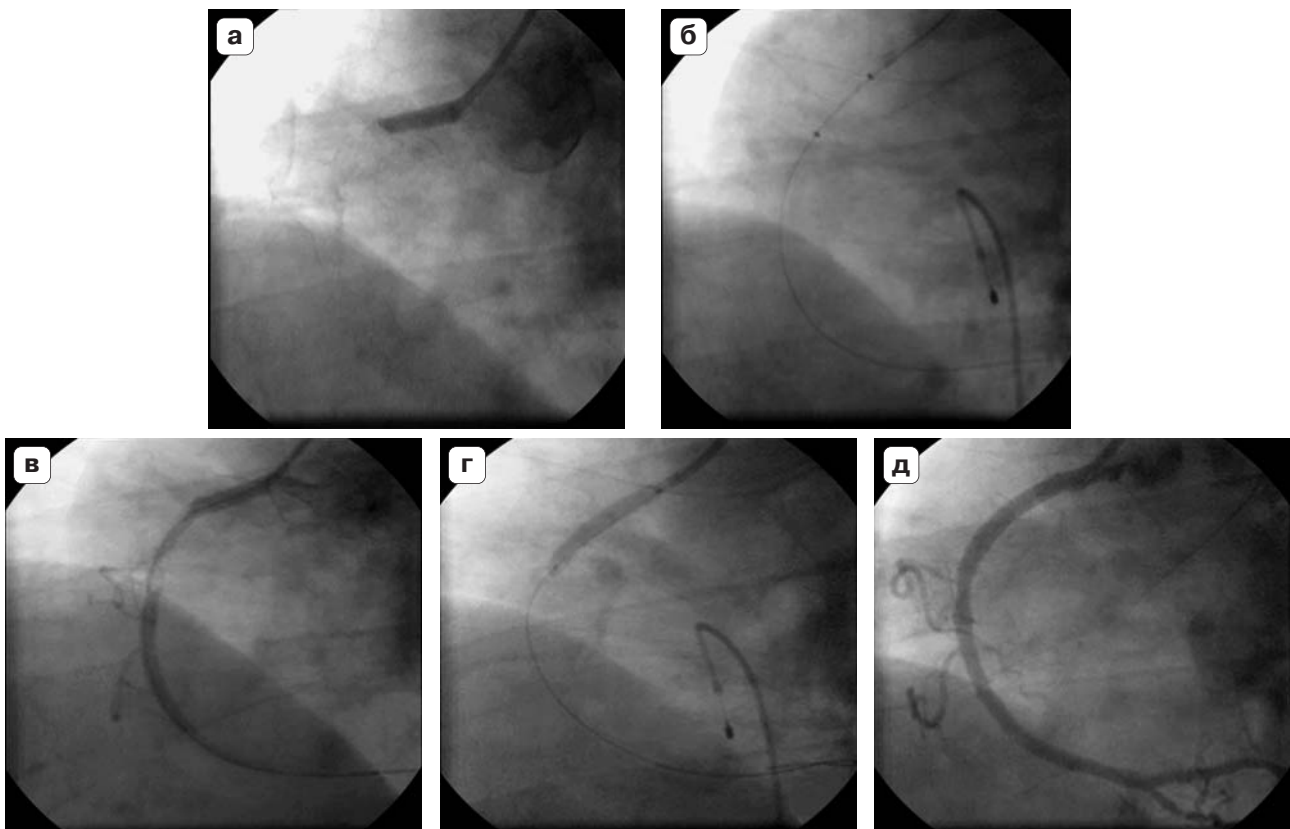


Рис. 13. Реолитическая терапия в лечении массивного тромбоза. а – тромбоз ТТГ 5; б – реолитическая терапия устройством AngioJet; в – результат тромбэктомии; г – имплантация голометаллического стента диаметром 4,5 мм; д – результат вмешательства.

ТТГ 4–5

Массивный тромбоз (ТТГ 4–5) является более сложной ситуацией. В этих случаях тромбаспирация может быть недостаточной, что продемонстрировано на рис. 10–13. Катетер AngioJet является эффективным устройством для борьбы с подобными ситуациями. Механизм его действия заключается в создании вакуума высокоскоростными потоками воды, что и позволяет удалять тромб (21). Ряд исследований показал преимущество AngioJet перед изолированным стентированием в отношении восстановления кровотока, MBG и размера инфаркта (20, 22). Исследование VeGAS (Vein Graft AngioJet Study) 2, помимо этого, продемонстрировало преимущество AngioJet по сравнению с интракоронарным введением урокиназы в отношении успеха процедуры и снижения количества осложнений (23).

Ряд технических приемов позволяет улучшить результаты применения AngioJet. Новую систему Spiroflex AngioJet можно очень быстро собрать и применить ее, улучшая временные показатели вмешательства. Новые катетеры 4 F отличаются хорошей проходимостью. Условием успешного применения является обязательное проведение катетера на всю глубину тромба. Помимо своей эффективности в борьбе с массивным тромбозом, AngioJet также незаменим у пациентов с организованными тромбами. В регистре SINCERE зафиксирован ряд случаев, подтверждающих это. Наконец, во всех случаях применения AngioJet рекомендована профилактическая установка электрода для временной кардиостимуляции на время процедуры, хотя потребность в ней невелика.

Мы предлагаем еще один важный прием как для тромбаспирации, так и для использования AngioJet: критерием прекращения процедуры тромбэктомии является отсутствие улучшения ангиографической картины после повторного проведения катетера. Это не всегда очевидно при ангиографии, но все же такая стратегия дает возможность вдумчивого подхода к лечению тромбоза.

Кроме того, при анатомии, непригодной для реолитической терапии, или в отсутствие возможности ее проведения введение абциксимаба через перфузионный баллон Clearway позволяет достичь приемлемых результатов.

ОГРАНИЧЕНИЯ СТРАТЕГИИ Mehta

1. Многие ангиографические операции не оборудованы устройствами для тромбэктомии или же их персонал не владеет навыками их использования, что приводит к затягиванию процедуры и времени D2B. Мы считаем, что в этих случаях хорошей альтернативой является интракоронарное введение абциксимаба через перфузионный баллон Clearway.

2. Эту же альтернативу мы предлагаем в случае анатомии, неблагоприятной для применения AngioJet, хотя новые катетеры 4 F значительно сузили относительные противопоказания к его применению (диаметр сосуда менее 2,5 мм и выраженная извитость).

3. Несмотря на то что мы рекомендуем реолитическую терапию для лечения массивного тромбоза, нельзя не отметить, что и применение аспирационного катетера иногда дает отличный результат, примеры чего мы приводим на рис. 14–19. Мы предполагаем, что это происходит у пациентов со свежими красными тромбами, которые легко аспирируются через катетер. Несмотря на то что эти наблюдения кажутся противоречащими нашей стратегии, мы учли их и внесли в нее определенные дополнения. Такие случаи чаще всего встречались нам в ходе вмешательств по поводу тромботических окклюзий, где иногда проще и быстрее провести небольшой катетер для аспирации, чем высокопрофильное устройство для реолитической терапии. Основываясь на растущем числе наблюдений подобного рода, мы в настоящее время считаем тромбаспирацию методом первого выбора в борьбе с тромбозом. Причина проста – катетер для тромбаспирации прост в использовании и легко и быстро доставляется к целевому поражению. Таким образом, после реканализации и оценки тромба мы делаем один пассаж аспирационным катетером и после этого либо продолжаем аспирировать, либо переходим к реолитической терапии.

4. В то же время в нашей практике было значительное количество ситуаций, когда даже умеренный тромбоз не поддавался аспирации ввиду его плотности и организованности. В таких случаях мы переходим к реолитической терапии.

5. Нам необходима большая доказательная база, несмотря на то что эффективность нашей стратегии уже подтверждена рядом

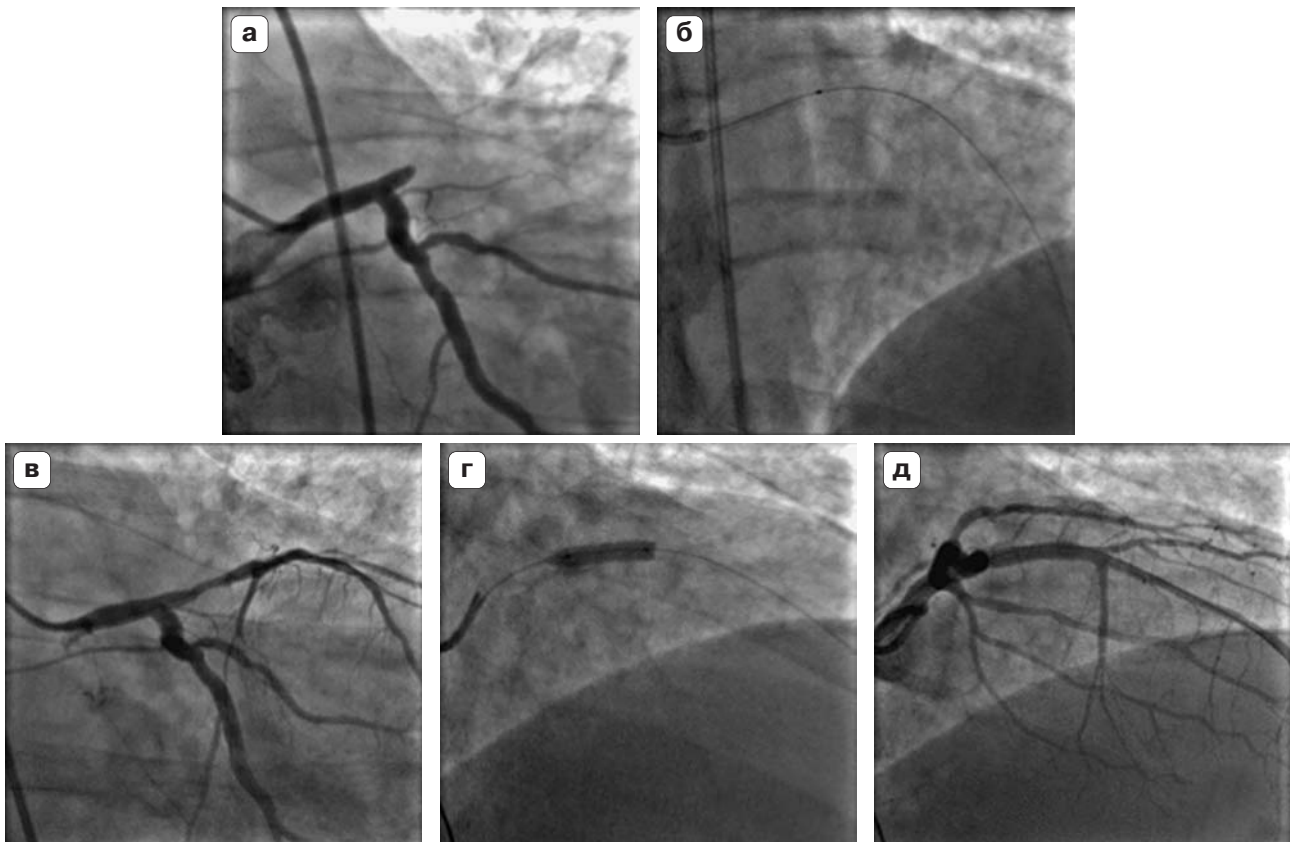


Рис. 14. Тромбаспирация в качестве метода первого выбора. а – тромбоз ТТГ 5; б – тромбаспирация катетером Export; в – результат тромбэктомии; г – имплантация стента с лекарственным покрытием Xience диаметром 3,5 мм; д – результат вмешательства.

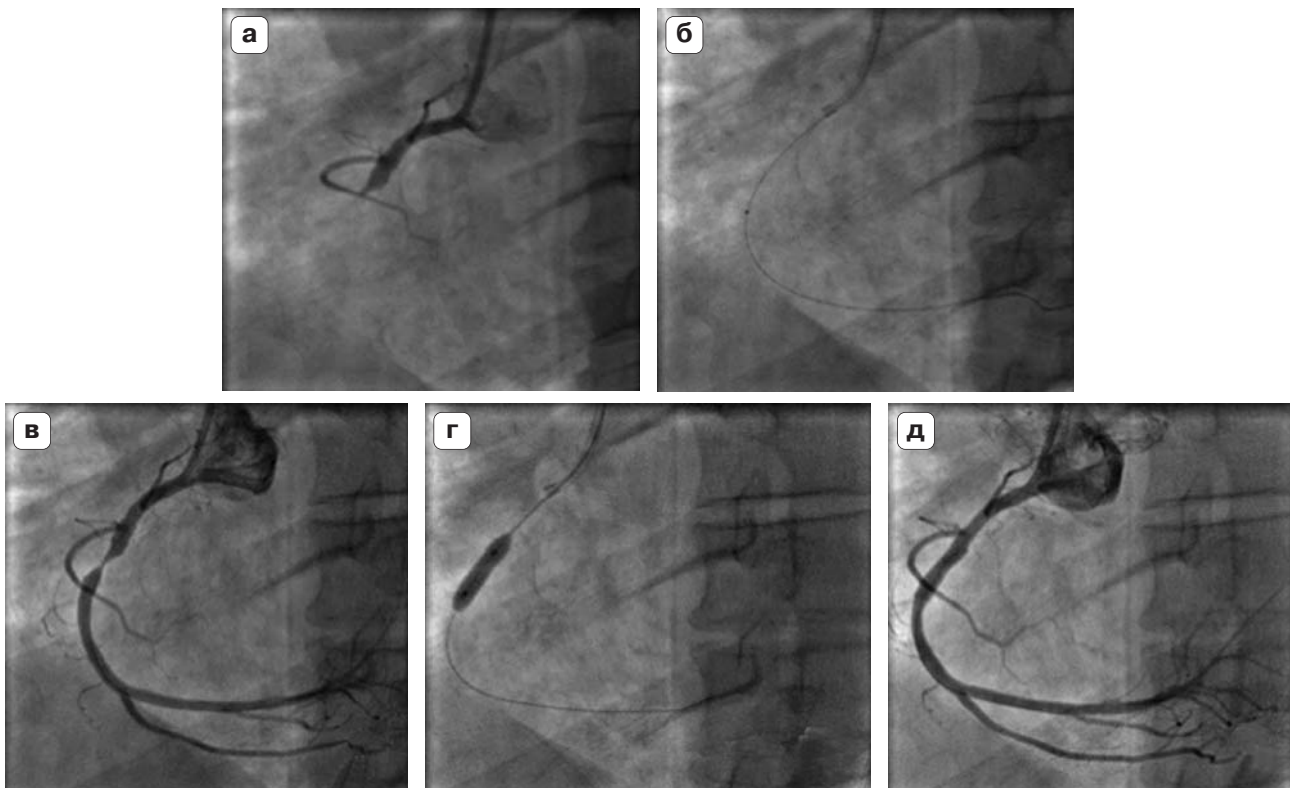


Рис. 15. Тромбаспирация в качестве метода первого выбора. а – тромбоз ТТГ 5; б – тромбаспирация катетером Export; в – результат тромбэктомии; г – имплантация голометаллического стента диаметром 4,0 мм; д – результат вмешательства.

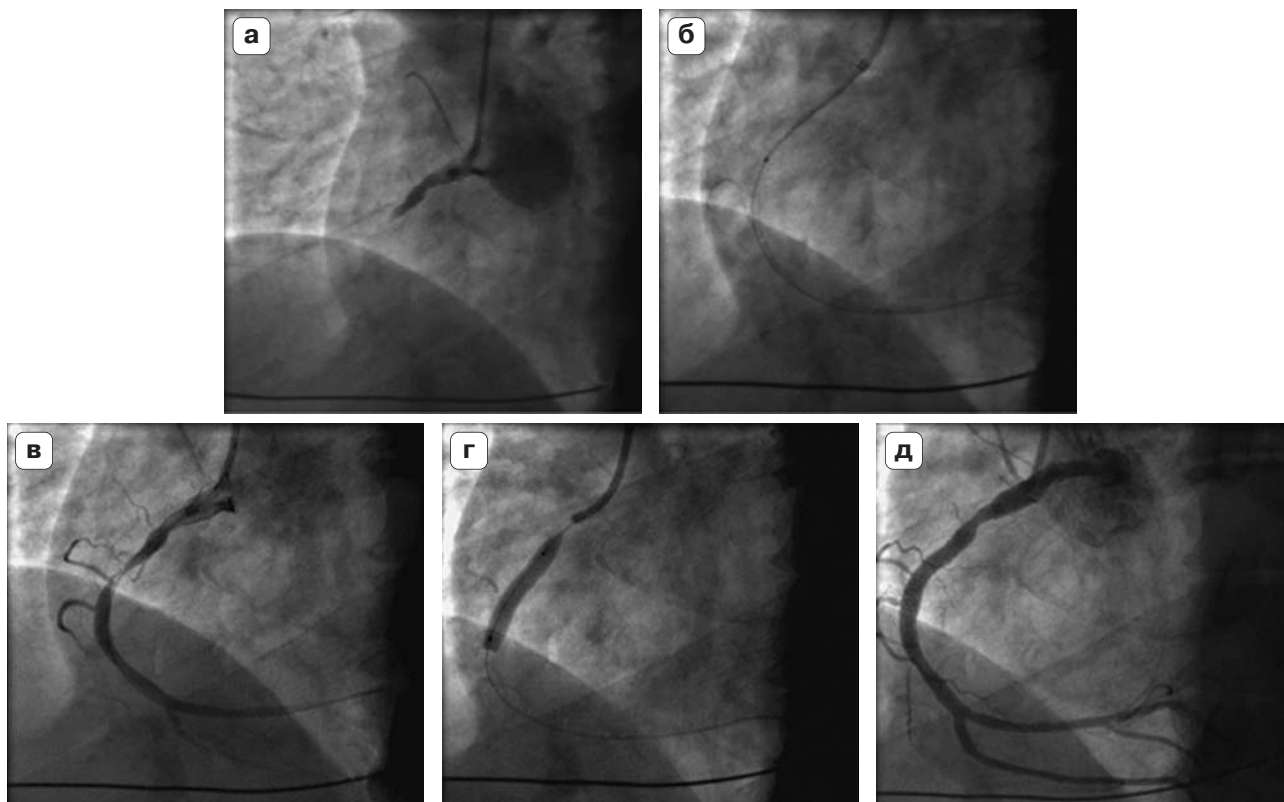


Рис. 16. Тромбаспирация в качестве метода первого выбора. а – тромбоз ТТГ 5; б – тромбаспирация катетером Export; в – результат тромбэктомии; г – имплантация голометаллического стента диаметром 4,0 мм; д – результат вмешательства.

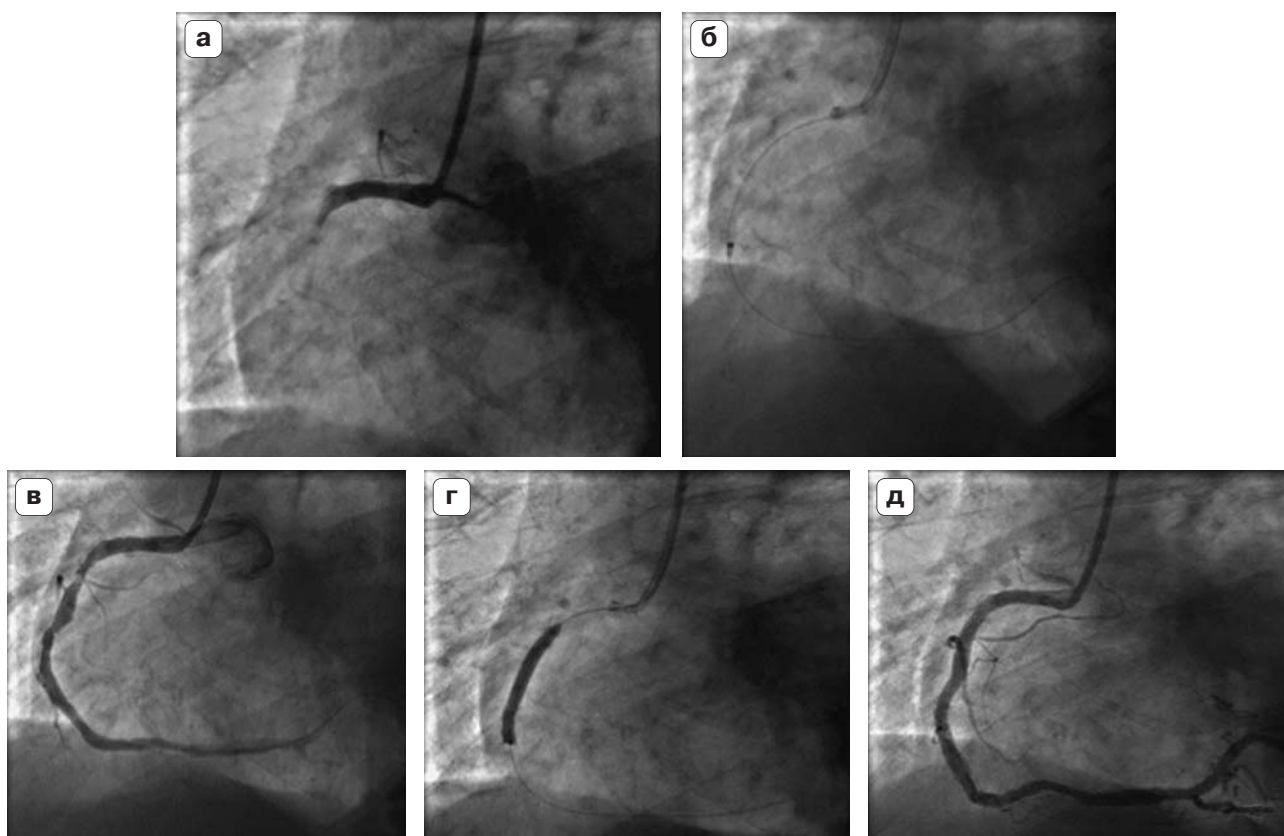


Рис. 17. Тромбаспирация в качестве метода первого выбора. а – тромбоз ТТГ 5; б – тромбаспирация катетером Export; в – результат тромбэктомии; г – имплантация голометаллического стента диаметром 4,0 мм; д – результат вмешательства.

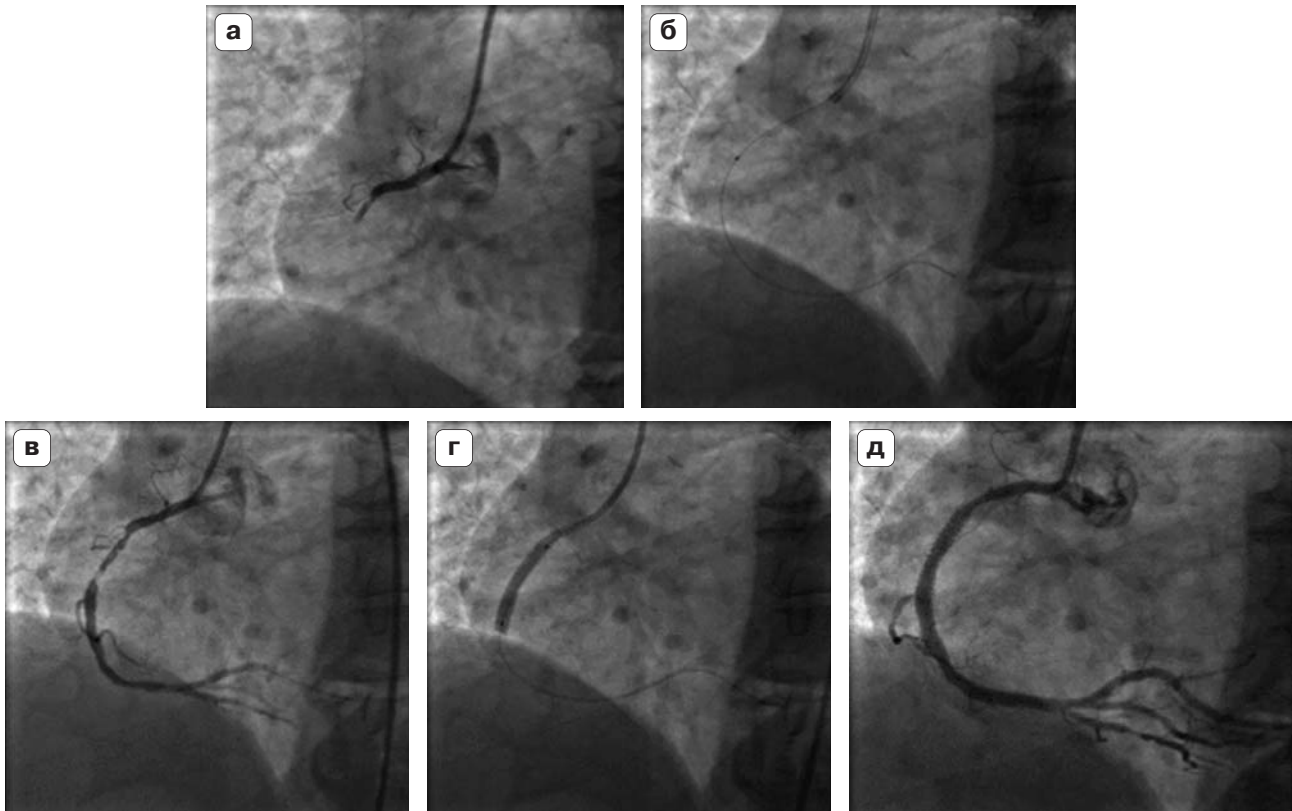


Рис. 18. Тромбаспирация в качестве метода первого выбора. а – тромбоз ТТГ 5; б – тромбаспирация катетером Export; в – результат тромбэктомии; г – имплантация голометаллического стента диаметром 4,0 мм; д – результат вмешательства.

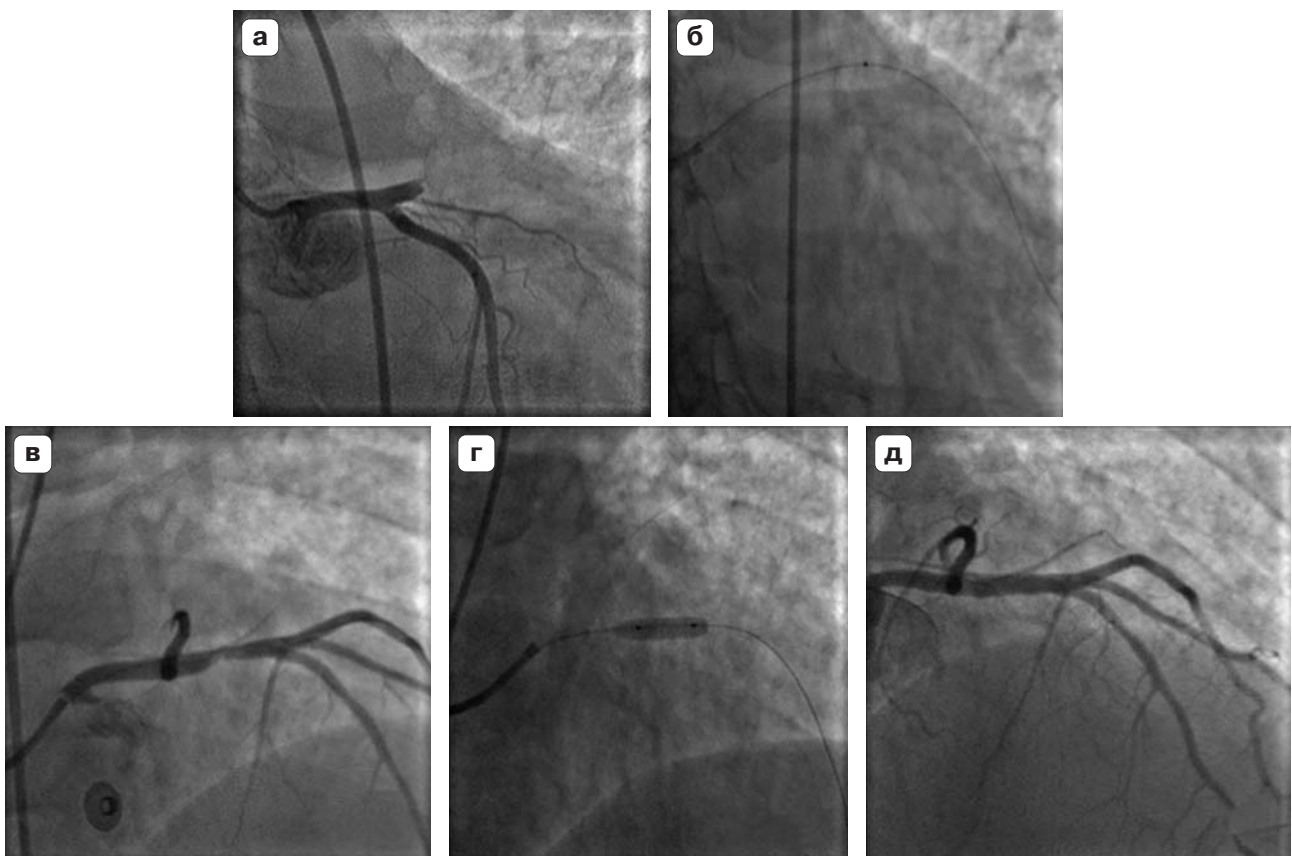


Рис. 19. Тромбаспирация в качестве метода первого выбора. а – тромбоз ТТГ 5; б – тромбаспирация катетером Export; в – результат тромбэктомии; г – имплантация стента с лекарственным покрытием Xience диаметром 4,0 мм; д – результат вмешательства.

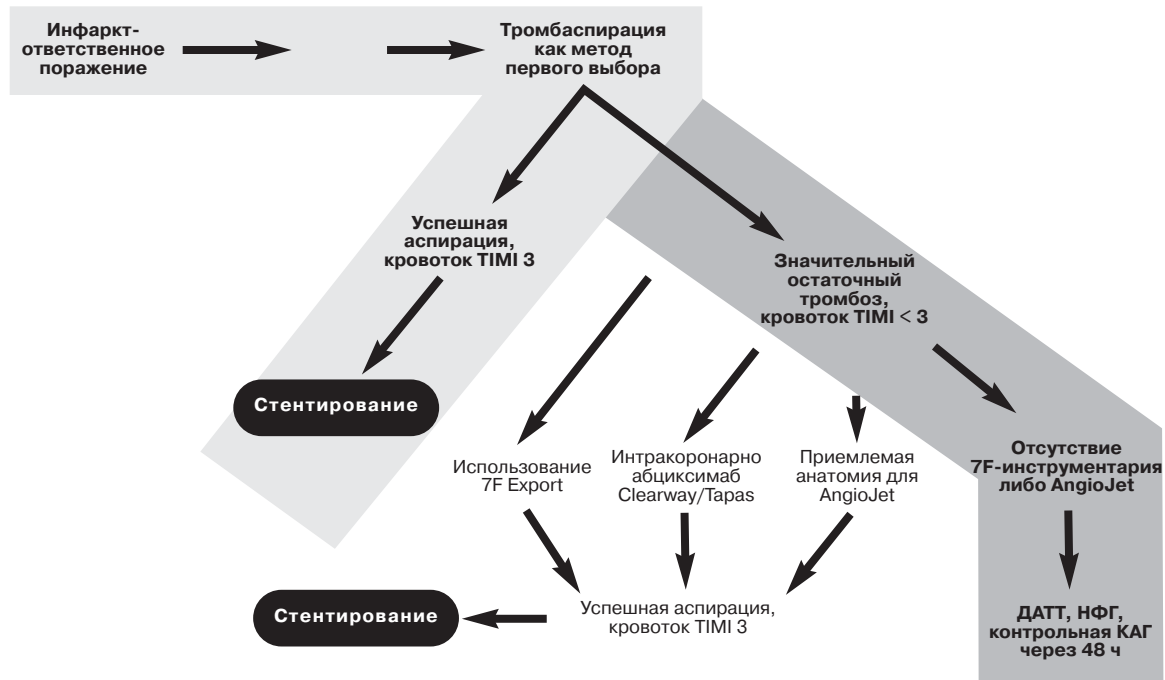


Рис. 20. Стратегия борьбы с тромбозом (ДАТТ – двойная антитромбоцитарная терапия, НФГ – нефракционированный гепарин).

исследований. Хотя наш опыт дает нам уверенность в ее эффективности, требуется проведение клинических исследований, чтобы убедительно обосновать этот подход. Очевидно, что наши наблюдения, сколько бы они ни были велики, не сравнятся по силе убеждения с крупным рандомизированным исследованием.

6. Помимо всего сказанного, мы изучили возможности адаптации нашей стратегии к временным показателям доставки больного. Эта идея сродни идее, положенной в основу исследования CAPTIM (Comparison of Angioplasty and Prehospital Thrombolysis in Acute Myocardial Infarction), показавшего, что больные с минимальным временем от начала заболевания получают максимальную пользу от догоспитального тромболизиса (24). Тот же принцип может быть экстраполирован на применение устройств для тромбэктомии, когда наиболее свежие тромбы (< 3 ч) легко поддаются аспирации, а более поздние (> 3 ч) эффективнее устраняются реолитической терапией. Мы признаем, что эти временные рамки весьма дискуссионны, а сам подход весьма упрощен, но все же сама идея зависимости стратегии лечения тромбоза от временных параметров заслуживает внимания.

Обсуждение

В условиях быстрой доставки пациентов в госпиталь и отлаженной внутрибольничной логистики в ходе вмешательств по поводу ST-ОИМ специалисту чаще приходится иметь дело со свежим белым тромбом, который легче поддается лечению. В случае же менее развитой логистики или позднего обращения приходится иметь дело с плотным организованным тромбом, требующим применения более сложных методик реолитической терапии. На рис. 20 приведены схемы лечения тромбоза в зависимости от условий. Серая область рисунка отражает работу эффективной и отлаженной системы, где существуют ранняя диагностика, догоспитальное лечение, быстрая доставка в стационар и как следствие необходимость лечения рыхлого белого тромба. В этой ситуации следует ожидать максимальной эффективности применяемых методов лечения. Как видно на этом рисунке, у многих пациентов такого рода, особенно получивших адекватное лечение на догоспитальном этапе, возможно добиться полной элиминации тромба и получить кровоток TIMI 3 относительно простыми способами. Это наглядно доказывает, что эффективность всей системы лечения таких больных приво-

дит к упрощению и повышению эффективности самого вмешательства. Повышение эффективности догоспитального этапа оказания помощи больным ST-ОИМ и обучение больных ведут к тому, что специалисту приходится иметь дело с более простой и благоприятной ситуацией. Красная часть рисунка отображает дезорганизованную систему лечения больных со значительными задержками на всех этапах, характерную для развивающихся стран. Процесс тромбообразования здесь проходит дальше, формируя красные организованные тромбы, представляющие затруднения для лечения. Для таких случаев мы предлагаем более агрессивный подход, включающий в себя реолитическую терапию. Также рис. 20 отражает алгоритм действий при неудаче в достижении кровотока TIMI 3 и элиминации тромба. Одним из главных пунктов алгоритма является необходимость воздерживаться от имплантации стента в таких ситуациях.

В ряде исследований было продемонстрировано, что объем тромбоза негативно влияет на частоту как цереброваскулярных, так и кардиальных осложнений (25–28). A.D. Barreto и соавт. (29) провели ретроспективный анализ результатов у пациентов, перенесших инсульт, и обнаружили корреляцию клинических исходов с оценкой объема тромбоза по классификации, приведенной в табл. 1. У пациентов с TTG 4 отмечались более длительные сроки госпитализации, худшие исходы и большая смертность по сравнению с группой пациентов с TTG 0–3 (29). G. Sianos и соавт. продемонстрировали влияние объема тромбоза на клинические исходы острого коронарного синдрома, основываясь на той же классификации (17). Они обнаружили, что тромбоз TTG 4 являлся независимым предиктором смертности и больших кардиальных событий.

Стратегия удаления тромбов перед вмешательством продемонстрировала неоднозначные результаты по сравнению со стандартным ЧКВ в рандомизированных исследованиях и по данным ретроспективных анализов, как видно из табл. 2. Метаанализ данных исследований TAPAS (19), JETSTENT (AngioJET Thrombectomy and STENTing for Treatment of Acute Myocardial Infarction) (20), MUSTELA (MUltidevice thrombectomy in acute ST-Segment Elevation Acute myocardial infarction) (30), INFUSE-AMI (31) и SMART-AMI (32) показывает как положительные, так и отрицательные результаты, причем с боль-

шим разбросом. Отсутствие устойчивых первичных точек во всех исследованиях делает сравнение и интерпретацию их результатов делом сложным или даже невыполнимым.

По нашему мнению, причиной этой неоднозначности послужил негибкий подход к вмешательству. Мы по-прежнему остаемся приверженцами тромбаспирации, но считаем, что сама по себе она не способна обеспечить гарантированный результат, особенно в случаях с массивным организованным тромбозом. Мы часто наблюдаем такой тромбоз в случаях с поздней доставкой больных в стационар, что характерно для развивающихся стран, где отсутствует отработанная система оказания помощи больным ОИМ. В таких ситуациях нечасто удается легко аспирировать белый тромб, что было продемонстрировано в исследовании TAPAS. Плотный организованный тромб, который здесь часто является субстратом заболевания, плохо поддается лечению с использованием аспирационных катетеров. На основании нашего опыта мы настоятельно рекомендуем использование реолитической терапии в случае подходящей анатомии (сосуд более 2,5 мм и отсутствие выраженной извитости). Пока что исследованием, наиболее полно поддерживающим нашу стратегию, являлось JETSTENT (AngioJet Thrombectomy and STENTing for Treatment of Acute Myocardial Infarction), в котором выполнялась оценка тромбоза с последующей тромбэктомией и стентированием. Однако результаты этого исследования были не слишком обнадеживающими.

Мы признаем право на сомнения в тромбэктомии за авторами большого исследования TASTE (33). Несомненно, они выполнили огромный объем работы по анализу долгосрочных результатов применения тромбэктомии. Их исследование было крупнейшим среди оценивавших этот метод. Однако мы твердо уверены, что тромбэктомия является высокоэффективным методом лечения в случае ее разумного и дифференцированного использования. Именно поэтому, не сбрасывая со счетов приведенные исследования, мы представляем нашу стратегию, которую успешно применяли более 10 лет в рамках регистра SICERE. По тем же причинам, а именно ввиду отсутствия дифференцированного подхода к лечению, мы очень осторожно воспринимаем результаты исследований INFUSE-AMI и MUSTELA и с опаской относимся к проводимому исследованию TOTAL (34).

Таблица 2. Исследования по тромбэктомии

Исследование	Устройство для тромбэктомии	Первичные и клинические конечные точки
АСПИРАЦИОННАЯ ТРОМБЭКТОМИЯ		
INFUSE-AMI 2012 (31) TROFI 2012 (54) Ciszewski et al., 2011 (38) TOTAL 2010 (34) TASTE 2010 (33) EXPIRA 2009 (39,40)	Export® Eliminate Rescue/Diver C.E. Export® Export® Export®	(=) IS (=) минимальная площадь кровотока (+) спасение миокарда, (=) внутрибольничная летальность Продолжается (=) 30-дневная смертность (+) MBG >2, (+) STR, (+) IS, (+) 2-летняя частота CD, (+) 2-летняя частота MACE (+) STR, (=) 6-месячная частота MACE (=) IS
Liistro et al., 2009 (41) Lipiecki et al., 2009 (42) TAPAS 2008 (19) EXPORT 2008 (44) VAMPIRE 2008 (45) Chao et al., 2008 (46) PIHRATE 2008 (47) Anderson et al., 2007 (48) Dudek et al., 2006 (49) Kaltoft et al., 2006 (50) DEAR-MI 2006 (51) De Luca et al., 2006 (52) REMEDIA 2005 (53)	Export® Export® Export® Export® TVAC Export® Diver C.E. Rescue Rescue Rescue Pronto Diver C.E. Diver C.E.	(+) MBG 0-1, (+) STR, (+) 1-летняя смертность, (+) 1-летняя частота CD, (+) MBG 3, (+) STR, (=) 30-дневная частота MACE (+ тенденция) SR/NR, (+) 8-месячная частота MACE (+) кровоток TIMI , (+) MBG (=) STSR, (=) 6-месячная смертность (+) функция левого желудочка (+) кровоток TIMI 3, (+) MBG 3 (+) спасение миокарда, (=) 30-дневная частота MACE (+) MBG 3, (+) STR, (=) 30-дневная частота MACE (+) кровоток TIMI , (+) MBG (+) 30-дневная частота MACE (+) STR, (+) MBG ≥2
РЕОЛИТИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ		
MUSTELA 2011 (30) SMART-PCI 2011 (32) JETSTENT 2010 (55) AIMI 2006 (56) X-AMINE ST 2005 (57) Antonucci et al., 2004 (20) Napodano et al., 2003 (58) Beran et al., 2002 (59)	AngioJet® AngioJet® AngioJet® AngioJet® X-Sizer AngioJet® X-Sizer X-Sizer	(+) STR, (=) IS, (=) 1-летняя частота MACE (=) STR, (+) кровоток TIMI (+) STR, (=) IS, (+) 1-летняя частота MACE (+) IS, (-) кровоток TIMI, (-) MBG, (-) STR, (-) 30-дневная частота MACE (-) IS, (-) кровоток TIMI, (-) 30-дневная частота MACE (+) STR, (-) 30-месячная частота MACE (+) MBG 3, (=) 30-дневная частота MACE (+) STR, (=) 30-месячная частота MACE

Примечание. ИССЛЕДОВАНИЯ ПО АСПИРАЦИИ ТРОМБОВ: (+) – улучшение конечной точки; (=) – нейтральный эффект на конечную точку; (-) – ухудшение конечной точки. Сокращения: AIMI – исследование AngioJet Rheolytic Thrombectomy in Patients Undergoing Primary Angioplasty for Acute Myocardial Infarction; CD – сердечная смерть; DEAR-MI – исследование Death Reperfusion in Myocardial Infarction; EXPIRA – исследование Thrombectomy With Export Catheter in Infarct-Related Artery During Primary Percutaneous Coronary Intervention; EXPORT – исследование Prospective, Multicentre, Randomized Study of the Export Aspiration Catheter; INFUSE-AMI – исследование Intracoronary Abciximab and Aspiration Thrombectomy in Patients with Large Anterior Myocardial Infarction; IS – размер инфаркта; JETSTENT – исследование Comparison of AngioJet Rheolytic Thrombectomy Before Direct Infarct Artery Stenting With Direct Stenting Alone in Patients With Acute Myocardial Infarction; MACE – крупные нежелательные кардиальные явления; MACCE – крупные нежелательные кардиальные и церебральные явления; MBG – степень пропитывающая микрарда контрастным веществом; MUSTELA – исследование Multidevice Thrombectomy in Acute ST-Segment Elevation Acute Myocardial Infarction; NR – феномен *no-reflow*; PIHRATE – исследование Polish-Italian-Hungarian Randomized Thrombectomy Trial; REMEDIA – исследование Randomized Evaluation of the Effect of Mechanical Reduction of Distal Embolization by Thrombus Aspiration in Primary and Rescue Angioplasty; SMART-PCI – исследование Comparison of Manual Aspiration With Rheolytic Thrombectomy in Patients Undergoing Primary PCI; SR – феномен *slow-reflow*; STR – резольция сегмента ST; TAPAS – исследование Thrombus Aspiration During Percutaneous Coronary Intervention in Acute Myocardial Infarction Study; TASTE – исследование Thrombus Aspiration in ST-Elevation myocardial infarction in Scandinavia; TIMI – степень коронарного кровотока по классификации “Thrombolysis in Myocardial Infarction”; TOTAL – исследование A Trial of Routine Aspiration Thrombectomy With Percutaneous Coronary Intervention (PCI) Versus PCI Alone in Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction Undergoing Primary PCI; TROFI – исследование Effect of Thrombus Aspiration on Flow Area in ST-ОИМ Patients; VAMPIRE – исследование Vacuum Aspiration Thrombus Removal; X-AMINE ST, X – исследование X-sizer in AMI for Negligible Embolization and Optimal ST Resolution.

Таблица 5. Алгоритм вмешательства при ST-ОИМ

Этап	Процедура	Комментарии
1.	Обеспечьте адекватный артериальный доступ 6F	Обычно через правую бедренную артерию (радиальный доступ возможен при неудачных попытках катетеризировать бедренные артерии с обеих сторон и для некоторых пациентов при фармакоинвазивном подходе)
2.	Выполните ангиографию инфаркт-несвязанных сосудов с помощью диагностического катетера 6F	В двух ортогональных проекциях для ПМЖВ и одной левой передней косой проекции для ПКА
3.	Установите проводниковый катетер 6 Fr в ответственный сосуд	Сделайте исходную ангиографию для оценки окклюзированного сегмента
4.	Используйте гидрофильный проводник диаметром 0,014 дюйма	Особенно удобен для прохождения тромботических масс
5.	Оцените степень тромбоза и придерживайтесь дифференцированной стратегии	Прямое стентирование при незначительном тромбозе, тромбаспирация – при умеренно выраженном тромбозе и механическая тромбэктомия при массивном тромбозе
6.	Абцисимаб при массивном тромбозе	Предпочтительно интракоронарно
7.	Стентирование	Стент с лекарственным покрытием (DES) для поражений ПМЖВ, при диабете, протяженных поражениях и сосудах малого диаметра
8.	Свободное использование нитропруссиды интракоронарно	После подтверждения удовлетворительного результата стентирования и удаления проводника
9.	Левая вентрикулография	В правой передней косой проекции
10.	Удаление интродьюсера	Используйте ушивающих устройств
Предпочтительное использование реолитической механической тромбэктомии		
A	При тромбозе TTG 4-5	
B	В сосудах большого диаметра с массивными тромбами	
C	Во время вмешательства на аутовенозных шунтах при ST-ОИМ	
D	Для лечения плотных организованных тромбов, особенно у поздно поступивших пациентов	
E	При неудаче в лечении тромботических поражений с помощью аспирационной тромбэктомии	

В 2013 г. завершилось исследование S. Valente и соавт. (35) по тромбэктомии у больных ST-ОИМ. Сравнивая реолитическую (AngioJet) терапию и тромбаспирацию (Export Medtronic), они обнаружили, что у пациентов старшей возрастной группы тромбаспирация сопровождалась более высокими показателями выживаемости в течение года. Также тромбаспирация показала себя безопасным методом, так как не было обнаружено разницы в частоте острой почечной недостаточности и кровотечений.

Несмотря на то что в группе тромбаспирации кровоток до вмешательства в среднем был хуже, разницы в уровне кровотока после процедуры обнаружено не было, а резолюция ST > 50% встречалась чаще. Это позволяет предполагать благоприятный эффект аспирации на коронарный кровоток и реперфузию миокарда.

Метаанализ, выполненный С. Costopoulos и соавт. в 2013 г., также оценил преимущества устройств для тромбэктомии у больных ST-ОИМ, подвергавшихся ПЧКВ. По его данным, использование мануальной тромбаспирации сопровождалось значительно лучшими результатами в отношении резолюции сегмента ST ($p < 0,00001$), MBG 3 ($p < 0,00001$), кровотока TIMI 3 ($p=0,01$) и клинических исходов (снижение смертности на 43%, $p = 0,04$) (36).

Главным преимуществом стратегии Mehta (см. табл. 3) является практичность. Объем тромбоза легко и быстро оценивается по данным ангиографии, позволяя дифференцированно подходить к лечению. Наша методология исключает возможность обезличенного подхода к лечению с применением одного и того же инструмента, как это сделано в исследовании TAPAS. В своей работе мы продемонстрировали ряд случаев, иллюстрирующих и подтверждающих тезис о необходимости дифференцированного подхода, основанного на количественной оценке тромбоза. Особое внимание мы уделили случаям, в которых с организованным плотным тромбом не удавалось справиться применением тромбаспирации, что требовало проведения реолитической терапии. В табл. 4 мы перечислили доступные устройства для тромбэктомии, а табл. 5 отражает ситуации, в которых мы настоятельно рекомендуем использование реолитической терапии. Борьба с такого рода тромбом у больных с поздним поступлением в стационар – это те случаи, которые заслуживают наи-

большого внимания и вызывают максимальные затруднения, – от невозможности провести проводник до тщетных попыток разрушить тромб и восстановить кровоток.

Заключение

Борьба с тромбозом у больных ST-ОИМ является одной из наиболее важных задач. Систематизированный подход к решению этой проблемы – ключевой вопрос успеха вмешательств. Мы считаем, что подход к инвазивному лечению должен быть дифференцирован и в первую очередь основан на ангиографической оценке тромбоза. Стратегия Mehta позволяет успешно решать все перечисленные проблемы и, резюмируя, представляет собой выбор прямого стентирования в случаях незначительного тромбоза, использование тромбаспирации в случаях умеренного тромбоза и реолитическую терапию в случае массивного тромбоза и подходящей анатомии. Отличные результаты, продемонстрированные в рамках регистра SINCERE, и являются эффектом применения этой стратегии.

Список литературы

1. Ellis S.G., Roubin G.S., King S.B. 3rd et al. Angiographic and clinical predictors of acute closure after native vessel coronary angioplasty. *Circulation*. 1988, 77 (2), 372–379.
2. Singh M., Berger P.B., Ting H.H. et al. Influence of coronary thrombus on outcome of percutaneous coronary angioplasty in the current era (the Mayo Clinic experience). *Am. J. Cardiol*. 2001, 88 (10), 1091–1096.
3. Mabin T.A., Holmes D.R. Jr., Smith H.C. et al. Intracoronary thrombus: role in coronary occlusion complicating percutaneous transluminal coronary angioplasty. *J. Am. Coll. Cardiol*. 1985, 5 (2, Pt 1), 198–202.
4. White C.J., Ramee S.R., Collins T.J. et al. Coronary thrombi increase PTCA risk. Angioscopy as a clinical tool. *Circulation*. 1996, 93 (2), 253–258.
5. Tamhane U.U., Chetcuti S., Hameed I. et al. Safety and efficacy of thrombectomy in patients undergoing primary percutaneous coronary intervention for acute ST elevation MI: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Cardiovasc Disord*. 2010, 10, 10.
6. Mongeon F.P., Belisle P., Joseph L. et al. Adjunctive thrombectomy for acute myocardial infarction: A bayesian meta-analysis. *Circ. Cardiovasc. Interv*. 2010, 3 (1), 6–16.
7. Mehta S., Kostela J.C., Oliveros E., Flores A.I. Compulsive Thrombus Management in STEMI Interventions. *Intervent. Cardiol. Clin*. 2012, 1 (4), 485–505.
8. Kumar V.A., Fausto N., Robbins S.L., Cotran R.S. Robbins and Cotran pathologic basis of disease. 7th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2005.
9. Falk E., Shah P.K., Fuster V. Coronary plaque disruption. *Circulation*. 1995, 92 (3), 657–671.

10. Furie B., Furie B.C. Mechanisms of thrombus formation. *N. Engl. J. Med.* 2008, 359 (9), 938–949.
11. Friedman M., Van den Bovenkamp G.J. The pathogenesis of a coronary thrombus. *Am. J. Pathol.* 1966, 48 (1), 19–44.
12. DeWood M.A., Spores J., Notske R. et al. Prevalence of total coronary occlusion during the early hours of transmural myocardial infarction. *N. Engl. J. Med.* 1980, 303 (16), 897–902.
13. Davies M.J., Thomas A. Thrombosis and acute coronary-artery lesions in sudden cardiac ischemic death. *N. Engl. J. Med.* 1984, 310 (18), 1137–1140.
14. Davies M.J., Thomas A.C. Plaque fissuring – the cause of acute myocardial infarction, sudden ischaemic death, and crescendo angina. *Br. Heart J.* 1985, 53 (4), 363–373.
15. Horie T., Sekiguchi M., Hirosawa K. Coronary thrombosis in pathogenesis of acute myocardial infarction. Histopathological study of coronary arteries in 108 necropsied cases using serial section. *Br. Heart J.* 1978, 40 (2), 153–161.
16. Grines C.L., Browne K.F., Marco J. et al. A comparison of immediate angioplasty with thrombolytic therapy for acute myocardial infarction. The Primary Angioplasty in Myocardial Infarction Study Group. *N. Engl. J. Med.* 1993, 328 (10), 673–679.
17. Sianos G., Papafaklis M.I., Daemen J. et al. Angiographic stent thrombosis after routine use of drug-eluting stents in ST-segment elevation myocardial infarction: the importance of thrombus burden. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2007, 50 (7), 573–583.
18. Mehta S., Alfonso C., Oliveros E. et al. Lesson from the Single Individual Community Experience REgistry for Primary PCI (SINCERE) Database. In: Kappur R., ed. *Textbook of STEMI Interventions*. 2 ed. Malvern: HMP Communications, 2010, 131–148.
19. Svilaas T., Vlaar P.J., van der Horst I.C. et al. Thrombus aspiration during primary percutaneous coronary intervention. *N. Engl. J. Med.* 2008; 358 (6), 557–567.
20. Antonucci D., Valenti R., Migliorini A. et al. Comparison of rheolytic thrombectomy before direct infarct artery stenting versus direct stenting alone in patients undergoing percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction. *Am. J. Cardiol.* 2004, 93 (8), 1033–1035.
21. Whisenant B.K., Baim D.S., Kuntz R.E. et al. Rheolytic thrombectomy with the Possis AngioJet: technical considerations and initial clinical experience. *J. Invasive Cardiol.* 1999, 11 (7), 421–426.
22. Margheri M., Falai M., Vittori G. et al. Safety and efficacy of the AngioJet in patients with acute myocardial infarction: results from the Florence Appraisal Study of Rheolytic Thrombectomy (FAST). *J. Invasive Cardiol.* 2006, 18 (10), 481–486.
23. Kuntz R.E., Baim D.S., Cohen D.J. et al. A trial comparing rheolytic thrombectomy with intracoronary urokinase for coronary and vein graft thrombus (the Vein Graft AngioJet Study (VeGAS 2)). *Am. J. Cardiol.* 2002, 89 (3), 326–330.
24. Steg P.G., Bonney E., Chabaud S. et al. Impact of time to treatment on mortality after prehospital fibrinolysis or primary angioplasty: data from the CAPTIM randomized clinical trial. *Circulation.* 2003, 108 (23), 2851–2856.
25. Rezkalla S.H., Kloner R.A. No-reflow phenomenon. *Circulation.* 2002, 105 (5), 656–662.
26. Okamura A., Ito H., Iwakura K. et al. Detection of embolic particles with the Doppler guide wire during coronary intervention in patients with acute myocardial infarction: efficacy of distal protection device. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005, 45 (2), 212–215.
27. Fukuda D., Tanaka A., Shimada K. et al. Predicting angiographic distal embolization following percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction. *Am. J. Cardiol.* 2003, 91 (4), 403–407.
28. Tanaka A., Kawarabayashi T., Nishibori Y. et al. No-reflow phenomenon and lesion morphology in patients with acute myocardial infarction. *Circulation.* 2002, 105 (18), 2148–2152.
29. Barreto A.D., Albright K.C., Halleivi H. et al. Thrombus burden is associated with clinical outcome after intra-arterial therapy for acute ischemic stroke. *Stroke.* 2008, 39 (12), 3231–3235.
30. De Carlo M., Aquaro G.D., Palmieri C. et al. A prospective randomized trial of thrombectomy versus no thrombectomy in patients with ST-segment elevation myocardial infarction and thrombus-rich lesions: MUSTELA (MULTIdevice Thrombectomy in Acute ST-Segment Elevation Acute Myocardial Infarction) trial. *JACC. Cardiovasc. Interv.* 2012, 5 (12), 1223–1230.
31. The INFUSE-Anterior Myocardial Infarction (AMI) Study. *ClinicalTrials.gov* - A service of the U.S. National Institutes of Health <http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT00976521>. Accessed 02/25/12.
32. Antonucci D. Comparison of manual aspiration with rheolytic thrombectomy in patients undergoing primary PCI. The SMART-PCI trial. <http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01281033>. Accessed March 26, 2012.
33. Fröbert O., Lagerqvist B., Olivecrona G.K. et al. Thrombus aspiration during ST-segment elevation myocardial infarction. *N. Engl. J. Med.* 2013, 369 (17), 1587–1597.
34. Jolly S. TOTAL trial: A Trial of Routine Aspiration Thrombectomy With Percutaneous Coronary Intervention (PCI) Versus PCI Alone in Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction (STEMI) Undergoing Primary PCI. <http://www.clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01149044>. Accessed Jan 1, 2014.
35. Valente S., Lazzeri C., Mattesini A. et al. Thrombus aspiration in elderly STEMI patients: A single center experience. *Intern. J. Cardiol.* 2013, 168 (3), 3097–3099.
36. Costopoulos C., Gorog D.A., Di Mario C. et al. Use of thrombectomy devices in primary percutaneous coronary intervention: a systematic review and meta-analysis. *Intern. J. Cardiol.*, 2013, 163 (3), 229–241.
37. O'Gara P.T., Kushner F.G., Ascheim D.D. et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013, 61 (4), e78–e140.
38. Ciszewski M., Pregowski J., Teresinska A. et al. Aspiration coronary thrombectomy for acute myocardial infarction increases myocardial salvage: single center randomized study. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2011, 78 (4), 523–531.
39. Sardella G., Mancone M., Bucciarelli-Ducci C. et al. Thrombus aspiration during primary percutaneous coronary intervention improves myocardial reperfusion and reduces infarct size: the EXPIRA (thrombectomy with export

- catheter in infarct-related artery during primary percutaneous coronary intervention) prospective, randomized trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009, 53 (4), 309–315.
40. Burzotta F., De Vita M., Gu Y.L. et al. Clinical impact of thrombectomy in acute ST-elevation myocardial infarction: an individual patient-data pooled analysis of 11 trials. *Eur. Heart J.* 2009, 30 (18), 2193–2203.
 41. Liistro F., Grotti S., Angioli P. et al. Impact of thrombus aspiration on myocardial tissue reperfusion and left ventricular functional recovery and remodeling after primary angioplasty. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2009, 2 (5), 376–383.
 42. Lipiecki J., Monzy S., Durel N. et al. Effect of thrombus aspiration on infarct size and left ventricular function in high-risk patients with acute myocardial infarction treated by percutaneous coronary intervention. Results of a prospective controlled pilot study. *Am. Heart J.* 2009, 157 (3), 583 e1–e7.
 43. Vlaar P.J., Svilaas T., van der Horst I.C. et al. Cardiac death and reinfarction after 1 year in the Thrombus Aspiration during Percutaneous coronary intervention in Acute myocardial infarction Study (TAPAS): a 1-year follow-up study. *Lancet.* 2008, 371 (9628), 1915–1920.
 44. Chevalier B., Gilard M., Lang I. et al. Systematic primary aspiration in acute myocardial percutaneous intervention: a multicentre randomised controlled trial of the export aspiration catheter. *Eur. Interv.* 2008, 4 (2), 222–228.
 45. Ikari Y., Sakurada M., Kozuma K. et al. Upfront thrombus aspiration in primary coronary intervention for patients with ST-segment elevation acute myocardial infarction: report of the VAMPIRE (VAcuum asPIration thrombus REmoval) trial. *JACC. Cardiovasc. Interv.* 2008, 1 (4), 424–431.
 46. Chao C.L., Hung C.S., Lin Y.H. et al. Time-dependent benefit of initial thrombosuction on myocardial reperfusion in primary percutaneous coronary intervention. *Int. J. Clin. Pract.* 2008, 62 (4), 555–561.
 47. Anzai H., Yoneyama S., Tsukagoshi M. et al. Rescue percutaneous thrombectomy system provides better angiographic coronary flow and does not increase the in-hospital cost in patients with acute myocardial infarction. *Circ. J.* 2003, 67 (9), 768–774.
 48. Andersen N.H., Karlsen F.M., Gerdes J.C. et al. No beneficial effects of coronary thrombectomy on left ventricular systolic and diastolic function in patients with acute S-T elevation myocardial infarction: a randomized clinical trial. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2007, 20 (6), 724–730.
 49. Kaltoft A., Bottcher M., Nielsen S.S. et al. Routine thrombectomy in percutaneous coronary intervention for acute ST-segment-elevation myocardial infarction: a randomized, controlled trial. *Circulation.* 2006, 114 (1), 40–47.
 50. Silva-Orrego P., Colombo P., Bigi R. et al. Thrombus aspiration before primary angioplasty improves myocardial reperfusion in acute myocardial infarction: the DEAR-MI (Dethrombosis to Enhance Acute Reperfusion in Myocardial Infarction) study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2006, 48 (8), 1552–1559.
 51. De Luca L., Sardella G., Davidson C.J. et al. Impact of intra-coronary aspiration thrombectomy during primary angioplasty on left ventricular remodelling in patients with anterior ST elevation myocardial infarction. *Heart.* 2006, 92 (7), 951–957.
 52. Burzotta F., Trani C., Romagnoli E. et al. Manual thrombus-aspiration improves myocardial reperfusion: the randomized evaluation of the effect of mechanical reduction of distal embolization by thrombus-aspiration in primary and rescue angioplasty (REMEDIA) trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005, 46 (2), 371–376.
 53. Onuma Y., Thuesen L., van Geuns R.J. et al. Randomized study to assess the effect of thrombus aspiration on flow area in patients with ST-elevation myocardial infarction: an optical frequency domain imaging study–TROFI trial. *Eur. Heart J.* 2013, 34 (14), 1050–1060.
 54. Dudek D., Mielecki W., Legutko J. et al. Percutaneous thrombectomy with the RESCUE system in acute myocardial infarction. *Kardiol. Pol.* 2004, 61 (12), 523–533.
 55. Migliorini A., Stabile A., Rodriguez A.E. et al. Comparison of AngioJet rheolytic thrombectomy before direct infarct artery stenting with direct stenting alone in patients with acute myocardial infarction. The JETSTENT trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010, 56 (16), 1298–1306.
 56. Ali A., Cox D., Dib N. et al. Rheolytic thrombectomy with percutaneous coronary intervention for infarct size reduction in acute myocardial infarction: 30-day results from a multicenter randomized study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2006, 48 (2), 244–252.
 57. Lefevre T., Garcia E., Reimers B. et al. X-sizer for thrombectomy in acute myocardial infarction improves ST-segment resolution: results of the X-sizer in AMI for negligible embolization and optimal ST resolution (X AMINE ST) trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005, 46 (2), 246–252.
 58. Napodano M., Pasquetto G., Sacca S. et al. Intracoronary thrombectomy improves myocardial reperfusion in patients undergoing direct angioplasty for acute myocardial infarction. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003, 42 (8), 1395–1402.
 59. Beran G., Lang I., Schreiber W. et al. Intracoronary thrombectomy with the X-sizer catheter system improves epicardial flow and accelerates ST-segment resolution in patients with acute coronary syndrome: a prospective, randomized, controlled study. *Circulation.* 2002, 105 (20), 2355–2360.