

**AHA SCIENTIFIC STATEMENT**

**The Evolving Role of the Cardiac  
Catheterization Laboratory in the Management  
of Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest**

**A Scientific Statement From the American Heart Association**

Demetris Yannopoulos, MD, Chair

Jason A. Bartos, MD, PhD

Tom P. Aufderheide, MD, FAHA

Clifton W. Callaway, MD, PhD

Rajat Deo, MD Santiago Garcia, MD

Henry R. Halperin, MD, FAHA

Karl B. Kern, MD, FAHA

Peter J. Kudenchuk, MD, FAHA

Robert W. Neumar, MD, PhD, FAHA

Ganesh Raveendran, MD

On behalf of the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee

**Прогрессирующая роль  
лаборатории катетеризации сердца  
(ангиоблок) при лечении пациентов  
с внебольничной остановкой сердца**

*Перевод А.А.Науменко*

*Южно-Сахалинск*

**АННОТАЦИЯ:** ИБС является самой распространенной причиной внебольничной остановки сердца (*out-of-hospital cardiac arrest*) (ОНСА), особенно у людей с *shockable* ритмами (ФЖ/ЖТ без пульса). Целью этого сообщения является обзор распространенности и потенциальной важности заболеваний коронарных артерий у пациентов с ОНСА, а также рассмотрение новой парадигмы лечения передовыми методами перфузии/реперфузии и их потенциальные выгоды на основе имеющихся доказательств. Хотя РКИ планируются или продолжаются, текущие научные доказательства основаны главным образом на наблюдательных сериях случаев с их потенциальным смещением. Среди пациентов, реанимированных с ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса с подъемом сегмента ST на постреанимационной ЭКГ, распространенность ИБС составила от 70% до 85%. Более 90% этим пациентам было проведено успешное ЧКВ. И, наоборот, среди пациентов, реанимированных с ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса, без подъема сегмента ST на постреанимационной ЭКГ, распространенность ИБС составила от 25% до 50%. Для этих пациентов раннее чрезкожное коронарное вмешательство (ЧКВ) ассоциировалось с 10% - 15% абсолютно более высокой функциональной благоприятной выживаемостью по сравнению с более консервативными подходами или при отсутствии доступа в ангиоблок. У пациентов с ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса, резистентной к стандартной терапии, появилась новая парадигма лечения: использование веноартериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ВА-ЭКМО) для облегчения восстановления нормальной перфузии и поддержки дальнейших усилий по реанимации, включая коронарную ангиографию (КАГ) и ЧКВ. Бремя ИБС высоко в этой группе пациентов и предположительно ИБС является причиной ОНСА у большинства пациентов. По результатам наблюдательных исследований, стратегия ВА-ЭКМО, КАГ и ЧКВ привела к увеличению функционально благоприятной выживаемости от 9% до 45% в этой популяции пациентов. Пациенты с ФЖ/ЖТ без пульса должны рассматриваться с наивысшей степенью осторожности в плане ОКС. Эти пациенты имеют значительное бремя ИБС и острых коронарных тромботических событий. Данные рандомизированных исследований будут способствовать определению оптимальной клинической практики.

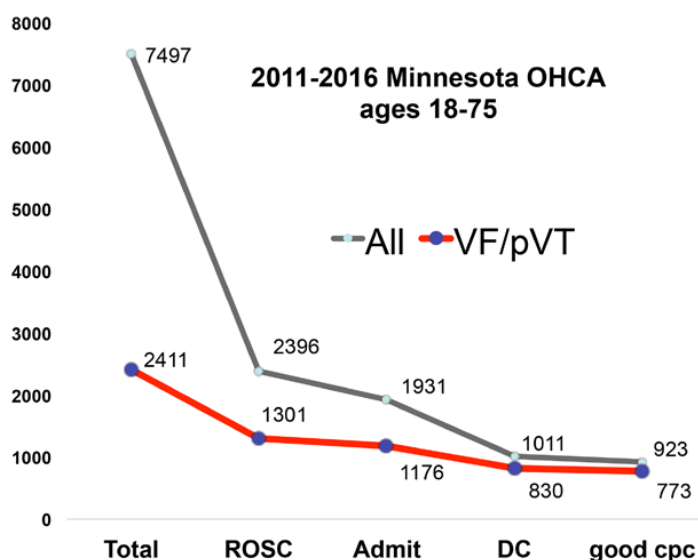
Согласно отчету института медицины за 2015 год по вопросам стратегии улучшения выживания при остановке сердца: *Время действовать (A Time to Act)*, ~395 000 человек в США страдают от внебольничной остановки сердца (ОНСА) ежегодно. [1] Коэффициент выживаемости составляет 6-10%, умирает более 350 000 ежегодно вследствие внезапной остановки сердца, что практически является синонимом внезапной сердечной смерти. За последние 20 лет появился значительный объем доказательств, подчеркивая важность ИБС; (если не указано иное), в дальнейшем определяемая, как сужение диаметра просвета одной коронарной артерии >70% у пациентов после ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса. Накопленные доказательства наличия значимой ИБС у пациентов с остановкой сердца вследствие ФЖ/ЖТ без пульса способствовали проведению научных изысканий о роли и сроках диагностики путем интервенционных манипуляций для выявления и реверсирования этой потенциальной причины остановки сердца.

Кроме того, новая точка зрения, сформированная в международном реанимационном сообществе, предполагает, что ранний доступ к лаборатории катетеризации сердца (ангиоблок) преследует 3 основные задачи у этой категории пациентов: (1) обеспечивает формирование более четкого диагноза (ИБС или ее отсутствие), что способствует проведению более целенаправленной терапии, даже если не было выполнено ЧКВ; (2) позволяет немедленно провести ЧКВ, что улучшает гемодинамику и прогноз, аналогично пациентам с ОКС; и (3) обеспечивает возможность имплантации вспомогательных устройств кровообращения, которые можно использовать для поддержки и стабилизации пациентов за пределами стандартной медицинской терапии. Следовательно, скорейшая доставка в ангиоблок может улучшить результаты у этих пациентов.

Для многих пациентов первый симптом ОКС - это внезапная сердечная смерть. Исследование патологоанатомических секций в 1984 году сравнивало пациентов, которые умерли от ИБС в течение 6 часов после появления симптомов, с контрольными субъектами, которые умерли от естественных или неестественных несердечных причин в течение 6 часов после первоначального появления симптомов. Контрольная группа соответствовала случаям по возрасту, полу, и социально-экономическому статусу. Внутрипросветный тромбоз был выявлен в 93%

случаев в основной группе и в 4% в группе контроля. [3] 1988 случай серии пациентов при патологоанатомическом исследовании после неудачной догоспитальной реанимации, ИБС с ФЖ была причиной смерти у 78% пациентов. [4]

Хотя ФЖ/ЖТ без пульса является причиной только от 20% до 30% всех остановок сердца, у 60% - 80% всех выживших пациентов после остановки сердца с благоприятным неврологическим прогнозом, причиной остановки сердца была именно ФЖ/ЖТ без пульса (рисунок 1).



**Рисунок 1. Вклад ФЖ/ЖТ без пульса в общую выживаемость в штате Миннесота в течение 5 лет.**

Согласно национальному регистру *CARES (Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival)* 2016 года, *shockable* ритмы составляли только  $\approx 20\%$  (12 17261 523) всех внебольничных остановок сердца. 60% всех выживших были с благоприятным неврологическим исходом (3171 из 5245). Одно остается очевидным: у большинства выживших был зафиксирован *shockable* ритм.

**ROSC** - восстановление спонтанного кровообращения; **Admit** – госпитализированные пациенты; **DC (discharge)** - выписанные пациенты; **good CPC (Cerebral Performance Category)** – хороший неврологический исход; **VF/pVT** – ФЖ/ЖТ без пульса.

На самом деле, по сравнению с другими ритмами, приводящими к остановке сердца, (асистолия/БЭА), ФЖ/ЖТ без пульса ассоциируется с самой высокой выживаемостью и является прогностическим фактором для отсутствия неврологического дефицита у выживших с отношением шансов (OR) в диапазоне от 5 до 15 или больше. [5–8] Тем не менее, несмотря на более благоприятный прогноз, только  $\approx 25\%$  - 30% пациентов с ОНКА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса, доживают до выписки из стационара с хорошим неврологическим исходом. Таким образом, разработка более эффективных методов лечения всех причин ОНКА остается высоким приоритетом, при этом особенно важна роль острого коронарного вмешательства. По этой причине и учитывая потенциальные последствия затрат и ресурсов, которые могут потребоваться для обеспечения доступа в ангиоблок для большинства пациентов с ОНКА, мы предоставили имеющиеся доказательства потенциальной выгоды экстренной доставки в ангиоблок с выполнением ЧКВ при успешной реанимации после ОНКА вследствие как *shockable*, так и *nonshockable* ритмов, а также при рефрактерной остановке сердца.

## НАЛИЧИЕ ИБС У БОЛЬНЫХ С ОНСА

### **Shockable ритмы: Весомая важность Shockable ритмов для выживания**

При большинстве медицинских состояний выявление и лечение основной патогенетической причины являются фундаментальным фактором медицинской практики, что способствует улучшенным исходам заболевания. Для пациентов с ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса, ИБС является наиболее распространенной обратимой причиной остановки сердечной деятельности. [7,9] У пациентов, реанимированных после остановки сердца вследствие ФЖ/ЖТ без пульса, в 25-50% случаев выявляется клинически значимый коронарный стеноз. [3,10–16]

В основном, пациентов с ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса можно разделить на две основные категории: пациенты с восстановлением спонтанного кровообращения (ROSC) и пациенты с рефрактерной ФЖ/ЖТ без пульса. У большинства выживших ROSC происходит менее чем через 15 минут после начала СЛР и других мер жизнеобеспечения. После этого выживаемость резко снижается. [17–19] Мы определяем рефрактерную ФЖ/ЖТ без пульса как сохраняющееся состояние после более трех разрядов дефибриллятора или после того, как были введены антиаритмические препараты. Обычно оба эти вмешательства производятся в пределах 15-ти минут от начала реанимации.

Пациенты с ROSC могут быть далее разделены на группы: с повышением сегмента ST и без повышения сегмента ST согласно результатам постреанимационной ЭКГ в 12 отведениях. Таким образом, мы можем классифицировать пациентов с ФЖ/ЖТ без пульса в 3 основные группы, которые также представляют различные степени тяжести ИБС и исходы (**рисунок 2**):

1. Пациенты с устойчивым ROSC без подъема сегмента ST на начальной ЭКГ. Распространенность клинически значимой ИБС варьирует от 25% до 50% по данным разных опубликованных источников. [16,20] Острые коронарные поражения были выявлены в 25-35% случаев.
2. Пациенты с устойчивым ROSC с подъемом сегмента ST или новым блоком левой ножки пучка Гиса на первичной ЭКГ. Клинически значимая ИБС выявляется в 70-95% случаев, с острыми поражениями коронарных артерий в 70-80%. [16,20]
3. Пациенты с рефрактерной ФЖ/ЖТ без пульса у которых значительно выше частота ИБС (75-85%), часто более тяжелые формы, а также более высокая распространенность многососудистого коронарного поражения и хронической общей коронарной окклюзии по сравнению с реанимированными пациентами. [7,14–16,21–26] Острые коронарные поражения были выявлены у 60–65% пациентов с ИБС. [7,23]

### **Nonshockable ритмы**

*Nonshockable* ритмы можно разделить на асистолию и безпульсовую электрическую активность (БЭА). Наличие ИБС в этой популяции определено плохо. В основном, по данным аутопсии, отмечена более низкая частота ИБС по сравнению с *shockable* ритмами, но значимые сравнения невозможны из-за противоречивых показаний и разрешений по вскрытию. [4,23,27] Кроме того, клинические исходы при асистолии и БЭА крайне плохие, отсутствуют какие-либо крупные опубликованные серии однородных популяций, которые могут дать информацию о роли ИБС при этих ритмах, даже у реанимированных пациентов, потому что доставка в ангиоблок в этих случаях является скорее исключением, чем правилом. [23] С этими ограничениями роль ИБС у пациентов с *Nonshockable* ритмами неизвестна.



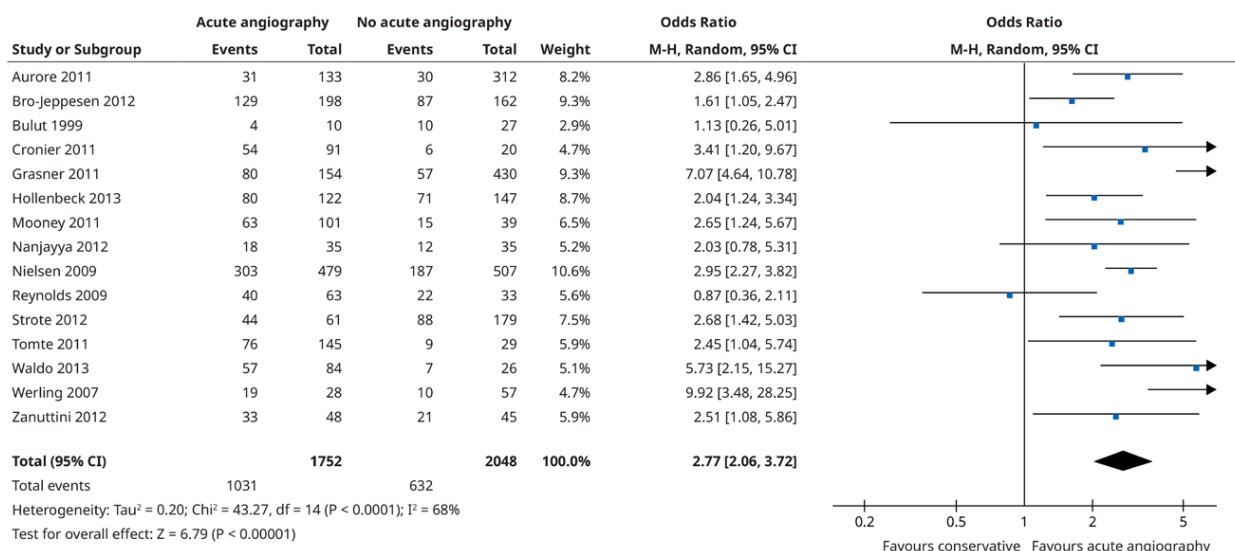
**Рисунок 2.** Распределение *shockable* ритмов, основанное на наличии или отсутствии ROSC и наличии или отсутствии подъема сегмента ST на ЭКГ в 12 отведениях. Показан соответствующий процент ИБС и острых (тромботических) поражений.

## ПАЦИЕНТЫ С УСТОЙЧИВЫМ ROSC ПОСЛЕ ОНСА, ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ КАРДИАЛЬНОЙ КАТЕТЕРИЗАЦИИ

**Остановка сердца, вызванная *shockable* ритмами: реанимированные пациенты с ФЖ/ЖТ без пульса с и без подъема сегмента ST на первоначальной ЭКГ в 12 отведениях**

Ни в одном рандомизированном клиническом исследовании не была оценена роль ранней коронароангиографии (КАГ) после ОНСА. [28] Многочисленные наблюдательные исследования выявили связь между ранней КАГ и выживанием до выписки из стационара или функционально благоприятной выживаемостью после остановки сердца вследствие *shockable* ритмов. [9,15, 28–40] Обзор этих исследований (1995–2013 гг.) был проведен в 2014 году Европейской ассоциацией чрескожных коронарных вмешательств/группа стент для жизни (*the European Association for Percutaneous Coronary Interventions/Stent for Life groups*). [28] В общей сложности, 42 исследования, включающие 3655 пациентов, сообщили о том, что выживаемость составляет 60% с функционально благоприятной выживаемостью (определяется как категория *Cerebral Performance Category [CPC]* 1 или 2 балла) [41] до 52%. Мета-анализ, в котором участвовали 3103 пациента, сравнил результаты пациентов с ОНСА, которым была проведена ранняя КАГ с консервативной стратегией. [12] Раннее проведение КАГ со своевременной реваскуляризацией, когда были выявлены значительные поражения, ассоциировалось со значительным увеличением отношения шансов (OR) для выживания и функционально благоприятной выживаемости (объединенное нескорректированное OR для выживания 2,78 [95% ДИ, 1,89–4,10];  $P < 0,001$ ; **рисунок 3**). [42]

Важно признать потенциал смещения и путаницы в наблюдательных исследованиях, [28,42], особенно в отношении отбора коматозных пациентов после ОНСА для инвазивного лечения. В целом, у пациентов, отобранных для ранней КАГ после ОНСА, обычно были более благоприятные клинические и реанимационные параметры (например, более молодой возраст, меньшее количество сопутствующих заболеваний, чаще наблюдалась остановка сердца и СЛР в присутствии свидетелей). [42,43] Кроме того, показания или сроки для выполнения ранней КАГ не были определены в большинстве исследований, при этом частота ее выполнения среди исследований варьирует в широких пределах от 14% до 83%. [42]



**Рисунок 3. Мета-анализ исследований, изучавших влияние экстренной КАГ после остановки сердца вследствие ФЖ/ЖТ без пульса на выживаемость.**

Перепечатано *Camuglia et al.* [12] с разрешения Elsevier. Copyright © 2014, Elsevier.

С 2014 года в нескольких крупных опубликованных обсервационных исследованиях использовались статистические методы (ковариатная корректировка, сопоставление предрасположенности) или стандартизированные алгоритмы лечения (Миннесотский реанимационный консорциум) для преодоления некоторых из этих ограничений ранних исследований (таблица 1). [11,16,20,43]

**Таблица 1. Сводка современных (2014 год или более поздних) исследований ранней КАГ после ОНСА**

Исследование	Размер выборки, n	КАГ, n (%)	STEMI, n (%)	Коронарная реваскуляризация, (% от общего)	Инфаркт зависимая артерия (Non STEMI), %
Callaway et al [11]	3981	765 (19)	573 (17)	705 (17)	Нет данных
Kern et al [20]	746	439 (58)	192 (27)	209 (28)	33
Vyas et al [43]	4029	1953 (49)	802 (20)	1480 (36)	Нет данных
Garcia et al [16]	315	231 (73)	112 (35)	139 (44)	48

Данные получены от *Millin et al.* [44]

В подгрупповом анализе Консорциума исходов реанимации [11] из 3981 пациента, поступивших в 151 стационар с устойчивым пульсом после ОНСА, 765 (19%) была выполнена КАГ и 705 (18%) проведена реваскуляризация. После корректировки на все ко-вариаты, ранняя КАГ ассоциировалась с увеличением выживаемости до выписки из стационара (скорректированное OR, 1,69 [95% CI, 1,06–2,70]) и благоприятной функциональной выживаемостью (скорректированное OR, 1,87 [95% CI, 1,15–3,04]). [11]

В 2015 году *Kern et al.* [20] сообщили об исходах 746 пациентов с ОНСА, включенных в *INTAR (Международный кардиологический реестр остановок сердца (International Cardiac Arrest Cardiology Registry))* в соответствии с результатами ЭКГ после реанимации. Частота КАГ была высокой (96%) среди пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (STEMI) по результатам постреанимационной ЭКГ. Напротив, только 45% пациентам без подъема сегмента ST была проведена КАГ. Среди пациентов без подъема сегмента ST выживаемость до выписки из стационара (66% против 20%; P < 0,001) и функционально благоприятная выживаемость (93% против 78%; P = 0,003) были выше у тех, кому проводилась КАГ. [20]

Используя данные *CARES (Реестр остановок сердца для улучшения выживаемости (Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival))*, Vyas et al.[43] идентифицировали 4029 пациентов, поступивших в 374 стационара после ОНСА, вызванных *shockable* ритмами. Ранняя КАГ (в течение 24 часов после поступления) была выполнена у 45% пациентов, из которых в 64% случаев проведена коронарная реваскуляризация. Анализ коэффициента склонности 1312 пар пациентов показал, что ранняя КАГ ассоциировалась с более высокими шансами на выживание до выписки (OR, 1,52 [95% ДИ, 1,28–1,80]; P <0,001) и функционально благоприятной выживаемостью (OR, 1,47 [95 % ДИ 1,25–1,71]; P <0,001). [43]

В 2013 году Миннесотский Консорциум по реанимации разработал организованный подход к ведению пациентов, реанимированных после ОНСА вследствие *shockable* ритмов, которые способствовали раннему доступу (в течение 4 часов) в ангиоблок. [16] С помощью стандартизированного протокола 73% пациентам была проведена КАГ в течение 4 часов после ОНСА. В этой группе 151 (65%) имел функционально благоприятную выживаемость; в то время как в группе, которая не следовала протоколу Миннесотского реанимационного консорциума, только 46 (55%) имели функционально благоприятную выживаемость (скорректированное OR, 1,99 [95% ДИ, 1,07–3,72]; P = 0,03). [16]

### **Распространенность ИБС и выживаемость после КАГ у пациентов с устойчивым ROSC после ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса и подъема сегмента ST на начальной ЭКГ в 12 отведениях**

Существует врачебное мнение относительно необходимости немедленной доставки в ангиоблок для проведения экстренной КАГ (особенно после ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса) у реанимированных пациентов с подъемом сегмента ST. Несмотря на это, нет никаких рандомизированных исследований, потому что, по мнению научного сообщества, равновесия не существует. Во всех продолжающихся исследованиях такие пациенты исключены из рандомизации. Показано, что у пациентов с устойчивым ROSC после ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса с подъемом сегмента ST, распространенность клинически значимой ИБС составляет от 70 до 85%. Результаты, полученные Garcia et al. [16] показывают, что ОКС с подъемом сегмента ST ассоциирован с ЧКВ или АКШ у 72% пациентов по сравнению с 42% пациентов с ОКС без подъема сегмента ST (таблица 2). Это было подтверждено регистром *PROCAT (Парижский регион внегоспитальной остановки сердца (Parisian Region Out of Hospital Cardiac Arrest))*. [15] Dumas et al.[15] сообщили, что, по крайней мере, поражение одной коронарной артерии присутствовало у 128 из 134 пациентов (96%) с подъемом сегмента ST и у 176 из 301 пациента (58 %) без подъема сегмента ST. Эта распространенность была выше, чем в реестрах США из-за определения клинически значимой ИБС как стеноза >70% в США и >50% во французском реестре. [15,16]

### **Распространенность ИБС и выживаемость после КАГ у пациентов с устойчивым ROSC после ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса без подъема сегмента ST на начальной ЭКГ в 12 отведениях**

Будет ли доступ к ангиоблоку для выполнения немедленной КАГ сопровождаться возрастанием функционально благоприятной выживаемости у пациентов, реанимированных после ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса без подъема сегмента ST, зависит от распространенности значимой ИБС. Kern et al.[20] показали, что у 82 247 пациентов (33%) без подъема сегмента ST, которым была проведена КАГ, выявлено поражение, вызвавшее угрозу смерти. Из них, 66 из 82 (81%) было проведено успешное ЧКВ. [20] В то же время, у пациентов, у которых ОНСА сопровождалась

подъемом сегмента ST, была выявлена более высокая частота идентификации поражения, вызвавшего угрозу смерти (154 из 192, 80%), а у 93% было проведено успешное ЧКВ. [20] Garcia et al. [16] сообщили об отличающихся показателях, чем Kern et al., [20] с более высокой распространенностью ИБС у пациентов без подъема сегмента ST (42% против 33%) и более низкими показателями у пациентов с подъемом сегмента ST (72% против 80%; таблица 2).

**Таблица 2. Распространенность ИБС и ЧКВ/АКШ у пациентов с подъемом и без подъема сегмента ST после ОНКА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса в большом мегаполисе США**

	<b>В целом (n=263), n (%)</b>	<b>STEMI (n=104), n (%)</b>	<b>Non STEMI (n=159), n (%)</b>	<b>p</b>
Мультисосудистое поражение	136 (52)	56 (54)	80 (50)	0.58
ЧКВ	128 (49)	74 (71)	54 (34)	<0.001
АКШ	16 (6)	2 (2)	14 (9)	0.03
<b>Локализация имплантированных стентов</b>				
1 сосуд	115 (44)	69 (66)	46 (29)	<0.001
2 сосуда	13 (5)	5 (5)	8 (5)	
3 сосуда	1 (0.4)	1 (1)	0 (0)	
Стенты не имплантированы	133 (51)	29 (28)	104 (65)	

Перепечатано от Garcia et al. [16] Copyright © 2016, The Authors. Опубликовано от имени Американской кардиологической ассоциации, Inc., от Wiley Blackwell.

В парижской когорте из 695 пациентов без подъема сегмента ST после ОНКА Dumas et al [14] сообщили, что поражение, вызвавшее угрозу смерти, было выявлено у 29% пациентов. Функционально благоприятная выживаемость была значительно выше у пациентов с ИБС, которым было проведено ЧКВ (43%) по сравнению с пациентами без выявления и коррекции коронарного поражения (33%). В других исследованиях, охватывающих 1145 пациентов без подъема сегмента ST и ранней КАГ, распространенность ИБС варьировала от 30% до 42%. [15,16,20] Эти группы пациентов, представляющие различные мегаполисы и стационары, демонстрируют, что распространенность заболевания в популяции без подъема сегмента ST достаточно высока. Так что ранняя КАГ имеет значительную возможность идентифицировать поражение, вызвавшее угрозу развития смерти. [15,16,20]

Возможность выполнения КАГ и влияние на выживаемость в США в настоящее время, а также ожидаемая выживаемость до выписки из стационара у пациентов, реанимированных после ОНКА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса с ранним выполнением КАГ, одинакова, независимо от наличия (60%) или отсутствия (57%) элевации сегмента ST на ЭКГ. В 2016 году Millin et al. [44] показали, что у пациентов с ОКС с подъемом сегмента ST после остановки сердца вероятность экстренной доставки в ангиоблок в 13 раз выше, чем у пациентов с ОКС без подъема сегмента ST (OR, 13,8 [ДИ 95%, 4,9–39,0]). Наиболее важно то, что совокупные данные показывают, что при выполнении КАГ у 32% пациентов без подъема сегмента ST наблюдалось острое поражение, вызвавшее угрозу смерти, требующее вмешательства, по сравнению с 72% пациентов с ОКС с подъемом сегмента ST (OR, 0,15 [95% ДИ, 0,06–0,34]).

Нет рандомизированных исследований, проведенных на людях, определяющих, улучшает ли ранняя КАГ функционально благоприятную выживаемость после остановки сердца. На основании обсервационных исследований, в которых используются большие реестры США, ранняя КАГ, по-видимому, ассоциируется с улучшением функционально благоприятной выживаемости у пациентов без подъема сегмента ST. Опубликованная абсолютная разница в выживаемости между пациентами без подъема сегмента ST, которым была проведена ранняя КАГ,



и пациентами, которым она не проводилась, в США составляет от 12% до 18%. [12,16] Нет данных для сравнения похожих различий у пациентов с ОКС с подъемом сегмента ST, учитывая, что большинству пациентов с ОКС с подъемом сегмента ST проводится КАГ.

*Опыт Миннесотского Реанимационного Консорциума*, который обеспечивает раннее проведение КАГ реанимированных после ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса без подъема сегмента ST на ЭКГ пациентам в возрасте от 18 до 75 лет, показал, что ранний доступ в ангиоблок был выполнен только в двух третях случаев (130/203, 64%). Это наблюдение подчеркивает тот факт, что даже при наличии консенсуса, пациенты по-прежнему лечатся по усмотрению в соответствии с предпочтениями принимающего кардиолога. Примечательно, что в этих условиях ранний доступ в ангиоблок был связан с улучшением функционально благоприятной выживаемости после коррективной с учетом различных демографических и реанимационных характеристик, включая возраст, пол, расу, год, место остановки сердца, наличие свидетелей при остановке сердца и СЛР, анамнез ЧКВ, АКШ, инфаркта миокарда, сахарного диабета, гипертонии, гиперлипидемии и употребления табака (таблица 3). [16]

**Таблица 3. Эффективность раннего доступа в ангиоблок для пациентов с ОКС без подъема сегмента ST после ROSC и влияние на выживание с благоприятной неврологической функцией**

	Non STEMI (n=203), n (%)	Протокол МРК (n=130), n (%)	Отклонение от Протокола МРК (n=73), n (%)	Скорректированное OR (95% ДИ)	p
<b>Выписаны живыми</b>	145 (71)	95 (73)	50 (68)	1.73 (0.80-3.74)	0.16
<b>СРС 1 или 2 балла</b>	125 (62)	86 (66)	39 (53)	2.77 (1.31-5.85)	0.01

МРК – Миннесотский Реанимационный Консорциум; СРС (cerebral performance category) – церебральная категория производительности

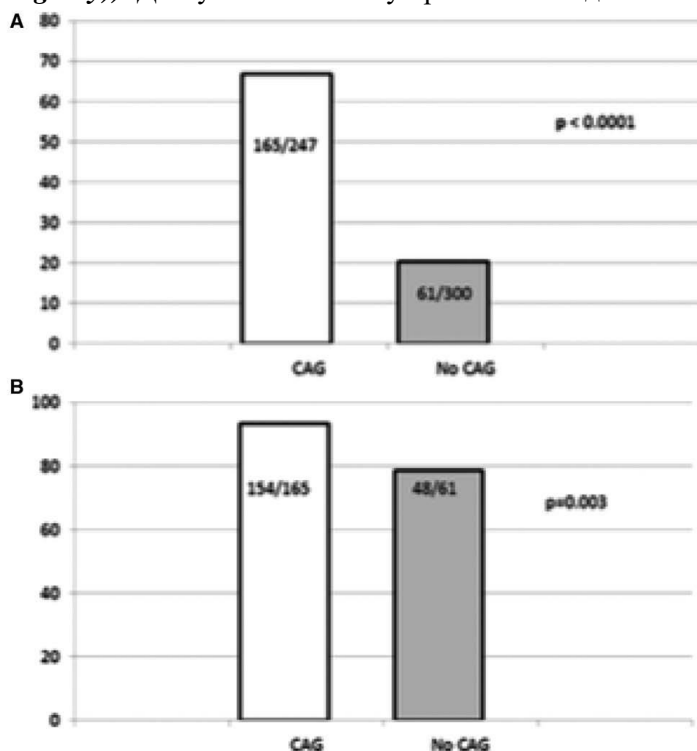
Перепечатано от Garcia et al. [16] Copyright © 2016, The Authors. Опубликовано от имени Американской кардиологической ассоциации, Inc., от Wiley Blackwell.

*Консорциум по результатам догоспитальной реанимации с использованием опыта раннего и отложенного анализа (Большая сеть североамериканских догоспитальных клинических исследований)*

Согласно результатам отчета из базы данных *PRIMED (Resuscitation Outcomes Consortium Prehospital Resuscitation Using an Impedance Valve and Early vs Delayed Analysis)*, Callaway et al [11] оценивали влияние раннего доступа в ангиоблок на функционально благоприятную выживаемость. В одном из крупнейших исследований по остановке сердца в Северной Америке на сегодняшний день, только 19% (765 из 3981) пациентов, поступивших в стационар, были доставлены в ангиоблок, и из них 705 (92%) была проведена реваскуляризация миокарда. Это наблюдение демонстрирует, что большинство стационаров в США и Канаде получают доступ в ангиоблок не на основе организованных протоколов, а в качестве спорадической стратегии, которая может включать в себя клиническое суждение, предвзятость клиницистов и доступность ресурсов. Данные этого исследования также согласуются со многими другими сериями случаев, показывающими, что ранний доступ в ангиоблок ассоциировался с функционально благоприятной выживаемостью. [33,34,36] Ранний доступ в ангиоблок имел самую сильную связь с выживаемостью после любого вмешательства в стационаре, включая терапевтическую гипотермию (скорректированное OR, 1,87 [95% ДИ, 1,15–3,04] против 1,42 [95% ДИ, 1,04–1,94], соответственно).

### Опыт Международного Регистра остановок сердца

Аналогично, Kern *et al.*[20] сообщили о связи между ранней КАГ и клинически приемлемой ЧКВ на исходы у 548 пациентов без подъема сегмента ST на ЭКГ после ОНКА, которые были включены в *INTCAR* ((Международный реестр остановок сердца (*International Cardiac Arrest Registry*))). Доступ к ангиоблоку привел к выгоде выживания, как показано на рисунке 4.



**Рисунок 4.** Коронарная ангиография (CAG) связана с улучшением выживаемости до выписки из стационара у пациентов с ОКС без подъема сегмента ST (A) и с хорошей неврологической функцией (CPC 1 или 2 балла) среди выживших с ОКС без подъема сегмента ST (B).

Перепечатано из Kern *et al.* [20] с разрешения Американского колледжа кардиологов. Copyright © 2015, Американский колледж кардиологических исследований.

### Транспортировка в центры с возможностью выполнения ЧКВ для раннего выполнения КАГ

Учитывая наблюдаемые потенциальные преимущества ранней КАГ и реваскуляризации, в исследованиях изучались стратегии неотложной медицинской помощи (EMS) при транспортировке пациентов, реанимированных после ОНКА. Kragholm *et al.*[45] оценили влияние центров ЧКВ и обхода стационаров без возможности выполнения ЧКВ на выживаемость, используя данные *CARES*. Из 1507 пациентов с внебольничной ROSC, 1359 (90%) были доставлены в ЧКВ центры, а 148 (10%) были доставлены в стационары без возможности выполнения ЧКВ. В общей сложности 873 пациента (60%) были транспортированы в обход ближайшего стационара без возможности выполнения ЧКВ. Выживаемость до выписки из больницы была выше среди тех, кто был доставлен в центры ЧКВ (34% против 15%; скорректированное OR - 2,47 [ДИ 95%, 2,08–2,92]). По сравнению с пациентами, доставленными в стационары без возможности выполнения ЧКВ, шансы на выживание были выше у пациентов, доставленных в ближайший ЧКВ центр (OR, 3,07 [95% ДИ, 1,90–4,97]), включая пациентов с обходом ближайших стационаров (OR, 3,02 [95% ДИ, 2,01–4,53]). Скорректированная выживаемость оставалась значительно лучше в течение времени транспортировки от 1 до 5, от 6 до 10, от 11 до 20, от 21 до 30 и >30 минут. Необходимы дальнейшие рандомизированные исследования, чтобы полностью исключить смещение выбора и оценить преимущества непосредственной транспортировки в ЧКВ центры.

*Текущие рекомендации по лечению*

В настоящее время в кардиологическом сообществе достигнут консенсус в отношении необходимости ранней КАГ для достижения своевременной реперфузии, применимой только к пациентам с подъемом сегмента ST. Текущие рекомендации по ОКС с подъемом сегмента ST настоятельно рекомендуют (**Класс I; Уровень доказательности B-NR**) раннюю катетеризацию и реперфузию для пациентов после успешной реанимации после остановки сердца с проявлением подъема сегмента ST, даже если пациент остается в коматозном состоянии [46, 47]. Однако нет единого мнения относительно ценности и необходимости ранней катетеризации у реанимированных пациентов без подъема сегмента ST, несмотря на нерандомизированные данные, свидетельствующие, по крайней мере, об умеренной распространенности клинически значимой ИБС в этой подгруппе. Некоторые авторы выступают за проведение рандомизированных клинических исследований, прежде чем перейти на этот подход для всех пациентов после успешной реанимации после остановки сердца. [48–51]

*Рандомизированные контролируемые исследования.*

Возможные отклонения и ограничения, полученные в результате нерандомизированных исследований в когорте, хорошо описаны. В настоящее время запланировано или проводится девять отдельных рандомизированных клинических исследований, оценивающих потенциальную пользу выживания ранней КАГ после остановки сердца у пациентов без подъема сегмента ST. В **таблице 4** показаны сходства и различия между исследованиями. [52–59] Эти рандомизированные клинические исследования позволят собрать более 5000 пациентов в течение последующих 5 лет и помогут определить клиническую практику в будущем.

**Таблица 4. Рандомизированные клинические исследования КАГ при ОНКА**

Протокол Название	Основной исследова тель	Страна и кол-во центров	Даты начала- окончания	Плани руемое кол-во	Первичное сравнение	Первичные конечные точки	Вторичные конечные точки	Статус
DISCO (pilot), NCT02309151	Prof Sten Rubertsson/ Per Nordberg, MD, PhD	Швеция 15	Дек 2014 – март 2017	80	Немедленная (менее 2 ч) в сравн с отложенной КАГ после остановки без подъема сегм ST	Комбинирован ная: отклонения от лечения Первичный медич контакт- госпитализаци я Прогностич факторы: рН, лактат, сатурация, поддерживаю щая терапия Функция сердца: ЭХО, биомаркеры. Серьезные неблагоприятн ые события: Кровотечения сосудистые проблемы, повт остановка	Выживаем в теч 30 дней, Выживаем с хорошими неврологич исходами в теч 30 дней, Выживаем с хорошими невр исходами в теч 6 мес, ЭХО сердца	Набор
COACT, NTR4973	Prof Jorrit S. Lemkes	Нидерланды 14	Дек 2014 – дек 2017	552	Немедленная (менее 2 ч) в сравн с отложенной КАГ после остановки без подъема сегм ST	Выживаем 90 сут	Неврологич функция выживших через 90 дней, КФК, Почечное повреждение, Повтор ФЖ/ЖТ, Биомаркеры	Набор

							шока	
PEARL, NCT02387398	Prof Karl B. Kern	США, Словения, Австралия 5	Дек 2015 – ноябрь 2018	140	Немедленная (менее 2 ч) в сравн с отложенной КАГ после остановки без подъема сегм ST	Комбинирован ная: Безопасность: повт остановка, кровотеч, отек легких, почечное поврежд, пневмония Эффект: Выживаем до выписки, ФВ ЛЖ, Оценка гипо и акинезии	Выживаем, ЭКГ, ШКГ, СРС через 30 и 180 дней	Набор
COUPE, NCT02641626	Prof Ana Viana- Tejedor	Испания Нет данных	Янв 2016 – июль 2019	166	Немедленная (менее 2 ч) в сравн с отложенной ( более 6 ч) КАГ после остановки без подъема сегм ST	Комбинирован ная: выживаем в стационаре и 6-ти мес выживаем с СРС 1-2	Безопасность: Серьезные кардиальные события, включающие смерть, повт ОИМ, кровотечения, и наруш ритма	Набор
ТОМАНАWK, NCT02750462	Prof Steffen Desch	Германия Нет данных	Авг 2016 – авг 2018	558	Немедленная в сравн с отложенной КАГ после остановки без подъема сегм ST	Смерть от любых причин в течение 30 дней	Нет указаний	Набор
EMERGE, NCT 02876458	Prof Christian Spaulding	Франция 21	Дек 2016 – июнь 2019	970	Немедленная (48-72 ч) в сравн с отложенной КАГ после остановки без подъема сегм ST	Выживаем 180 дней с СРС 1-2	Шок Повтор ФЖ/ЖТ Изменения ФВ ЛЖ ( через 180 дней) Длит пребывания в стационаре	Набор
DISCO-2 (pivotal trial), NCT02309151	Prof Sten Rubertsson, Per Nordberg, MD, PhD	Швеция 15	Сент 2017 – сент 2020	1006	Немедленная (менее 2 ч) в сравн с отложенной КАГ после остановки без подъема сегм ST	30-ти дневная выживаем	Выживаем до перевода из ОРИТ, через 30 и 180 дней, ЭХО через 24 ч, 72 ч и 180 дней, СРС и mRS через 30 и 180 дней	Неизвестно
ACCESS, NCT03119571	Prof Demetris Yannopoulos , Prof Tom Aufderheide	США 26	Ноя 2016 – июнь 2021	20	Первоначальное поступление в ангиоблок против поступления в реанимацию после остановки вследствие ФЖ/ЖТ без пульса без подъема сегмента ST	Выживание до выписки с mRS ≤3	Выживаем и СРС до выписки и ч/з 3 мес, mRS ч/з 3 мес, ср уровень тропонина, длит госпитализ в ОРИТ и стационаре, длит реабилитации, функц статус ч/з 3 мес, случай серд недостат Время возвращ к	Набор

Cardiac Catheterization in Cardiac Arrest, NCT02587494	Prof Shahar Lavi	Канада Нет данных	Дек 2015 – дек 2018	75	Ранняя (менее 12 ч) в сравн с отложенной (более 24 ч) КАГ после остановки без подъема сегм ST	Комбинированная: смерть и плохой неврологич исход (CPC 3-5)	работе Выживаем и CPC ч/з 30 дней, Остр почечн поврежде, ОИМ, кровоотечение, Комбинировн смерть и плохой CPC (3-5) Длит лечения и стоимость	Продол жается набор
--	------------------	----------------------	---------------------	----	---	---	---	---------------------

### Nonshockable ритмы и ранняя КАГ

В прошлые годы эпидемиология ОНСА изменилась так, что в настоящее время *Nonshockable* ритмы (брадиасистолия и БЭА) стали более распространенными как причина остановки сердца. [61] Кроме того, в большинстве сообщений о неотложной катетеризации сердца были исключены пациенты с явными некардиальными причинами ОНСА. Дискреционный отбор пациентов для катетеризации сердца после ОНСА представляет наибольший потенциальный уклон для всех обсервационных исследований, независимо от присутствующего ритма, вызвавшего остановку сердца. Соответственно, доля пациентов с ОНСА, вследствие *Nonshockable* ритмов, была небольшой в этих отчетах, составляя  $\approx$  от 20% до 25% исследуемой популяции. [62] Кроме того, исследования, которые включали более широкую группу пациентов с ОНСА, подвергающихся катетеризации сердца, не имели отдельно описанных ангиографических находок в подгруппе с *Nonshockable* ритмами. Примечательно, что в небольшом наблюдательном отчете описана аналогичная распространенность обструктивной ИБС среди реанимированных пациентов, которые были отобраны для катетеризации, независимо от их ритма или результатов ЭКГ после реанимации. Наличие обструктивных поражений коронарной артерии варьировало от  $\approx$ 50% пациентов в подгруппах ФЖ/ЖТ без пульса, асистолии и БЭА при отсутствии подъема сегмента ST, до >90% в подгруппах при наличии подъема сегмента ST. [62] В целом, в исследуемой популяции частота катетеризации сердца ассоциировалась с улучшением выживаемости после ОНСА независимо от первоначального ритма. Эти данные свидетельствуют о том, что потенциальная польза от КАГ есть у всех пациентов, которые реанимированы после ОНСА и требуют дальнейшего изучения.

### Реанимированные пациенты с ОНСА и коронарной реваскуляризацией

Когда у пациентов, реанимированных с ОНСА, наблюдается ИБС, в большинстве случаев реваскуляризация может быть безопасно проведена посредством выполнения ЧКВ, при этом от 68% до 80% пациентов ЧКВ проводится в наблюдательных когортах. [16,20] У некоторых пациентов возможно проведение АКШ. Эти обсервационные исследования демонстрируют, что пациенты, которым была проведена ранняя коронарная реваскуляризация посредством ЧКВ или АКШ, имеют большую вероятность выживания, с OR от 2 до 5. [9,11,16]

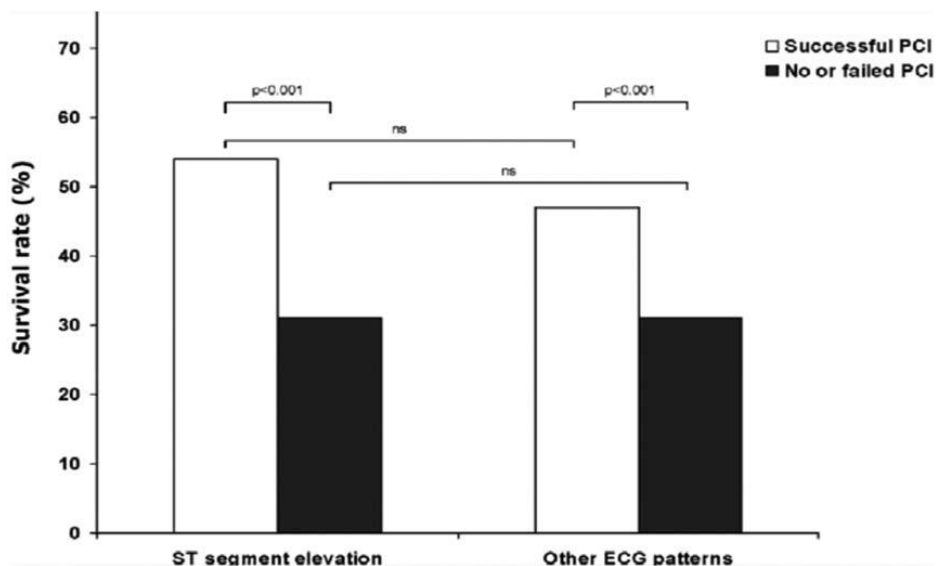
Хотя ни одно исследование не подтвердило связь между тяжестью ИБС и вероятностью выживания, можно провести сравнение между пациентами, реанимированными на догоспитальном этапе, и пациентами с рефрактерной ФЖ/ЖТ без пульса, которым проводилась экстракорпоральная СЛР (ЕСРР). Пациенты с ОНСА, реанимированные в полевых условиях, имеют мультисосудистую ИБС в 52% случаев [16] по сравнению с 70% в случае рефрактерной ФЖ/ЖТ без пульса. [7] Частота хронических мультифокальных окклюзий была схожей между

этими группами, (25% у реанимированных пациентов [20] и 33% у пациентов с рефрактерным шоком [7]).

*Spaulding et al.*[9] показали, что в группе из 84 пациентов, реанимированных после остановки сердца вследствие ФЖ/ЖТ без пульса, у 60 (71%) была клинически значимая ИБС, а у 40 (48%) была полная окклюзия коронарной артерии. Была предпринята попытка ангиопластики у 37 пациентов, а у 28 она оказалась успешной. Общая выживаемость до выписки из стационара у этих 80 пациентов составила 38%. После многомерного анализа успешная ЧКВ была независимым предиктором выживания (OR, 5,2 [95% ДИ, 1,1–24,5];  $P = 0,04$ ).

Аналогичным образом, в нескольких сериях случаев была рассмотрена проблема процедурного успеха и выживаемости у реанимированных пациентов, у которых впоследствии был выявлен ОКС с подъемом сегмента ST. В 2004 году *Bendz et al.*[10] сообщили об ангиографических результатах у 40 таких пациентов. Наиболее распространенное поражение, вызвавшее состояние опасное для жизни было выявлено в левой передней нисходящей артерии (50%), и ЧКВ была успешной в 95% случаев. Выживаемость до выписки из стационара составила 72%, а все пациенты были живы спустя 2 года. *Gorjup et al.* [31] сообщили о схожих результатах у 135 пациентов с частотой успеха ЧКВ 87% и выживаемостью до выписки из стационара 67%. В целом, 53% имели функционально благоприятную выживаемость с CPC 1 или 2 балла.

Данные из реестра **PROCAT**, описывающие 435 пациентов, которым после ОНСА была проведена КАГ, показали, что, по крайней мере, значимое поражение одной коронарной артерии присутствовало у 304 пациентов (70%). [15] Значительные поражения коронарных артерий были выявлены у 96% пациентов при ОКС с подъемом сегмента ST и у 58 % пациентов без подъема сегмента ST. Коронарная реваскуляризация была независимым предиктором выживания с OR 2,06 (95% ДИ, 1,15–3,66) независимо от результатов ЭКГ, как показано на **рисунке 5**.



**Рисунок 5.** *PROCAT* (Парижский регион внегоспитальной остановки сердца (Parisian Region Out of Hospital Cardiac Arrest)), показывающий взаимосвязь успешного ЧКВ с лучшей выживаемостью независимо от наличия или отсутствия повышения сегмента ST

Successful PCI - успешная ЧКВ; No or failed PCI – без ЧКВ или неудачная ЧКВ

Аналогично, *Garcia et al.* [16] продемонстрировали, что реваскуляризация (ЧКВ/АКШ) была независимо связана с выживаемостью до выписки из стационара и неврологическим восстановлением у 315 пациентов, реанимированных после ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса, независимо от наличия или отсутствия подъема сегмента ST (**таблица 5**).

Таблица 5. Взаимосвязь между реваскуляризацией и выживанием до выписки из стационара и хорошей неврологической функцией

	Всего (n=315), n (%)	ЧКВ или АКШ (n=139), n (%)	Без ЧКВ или АКШ (n=176), n (%)	Нескорректи рованное OR (95% CI)	P	Скорректи рованное OR* (95% CI)	P
Выписан живым	227 (72)	112 (79)	115 (66)	1.88 (1.13-3.14)	0.015	2.55 (1.32-4.93)	0.005
СРС 1-2 балла	197 (63)	102 (72)	95 (55)	2.09 (1.31-3.36)	0.002	3.04 (1.36-5.66)	0.005

Результаты основаны на наличии или отсутствии реваскуляризации независимо от времени доступа к лаборатории катетеризации сердца.

СРС, cerebral performance category – церебральная категория производительности

\* С учетом возраста, пола, расы, анамнеза ЧКВ, АКШ, инфаркта миокарда, сахарного диабета, гипертонии, застойной сердечной недостаточности, гиперлипидемии, употребления табака, года, места остановки сердца и сердечно-легочной реанимации в присутствии свидетеля.

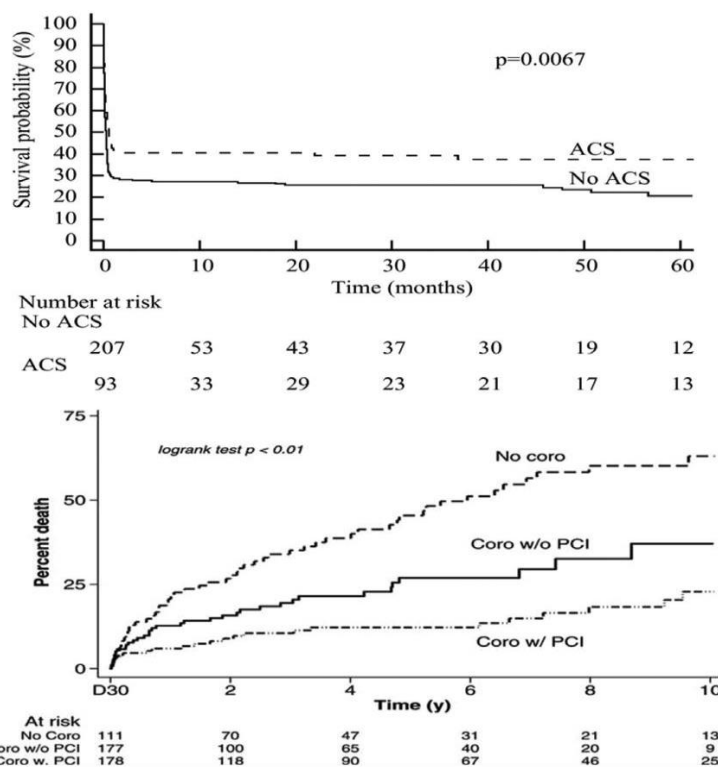
Перепечатано из Garcia et al. [16] Copyright © 2016, The Authors. Опубликовано от имени Американской кардиологической ассоциации, Inc., автором Wiley Blackwell.

В аналогичной французской когорте, 695 пациентов без подъема сегмента ST, которым была проведена экстренная КАГ после ОНСА Dumas et al [14] сообщили, что у пациентов с идентифицируемым поражением и успешной ЧКВ в 43% отмечена функционально благоприятная выживаемость по сравнению с 33% пациентов, у которых не было выявленной коронарной причины остановки сердца (P=0,03). Успешное ЧКВ снова было независимым фактором, связанным с хорошим неврологическим исходом. [14]

Sideris et al. [63] в 2014 году сообщили о 5-ти летних результатах 300 пациентов, находящихся в коматозном состоянии после реанимации преимущественно вследствие shockable ритмов, которым при поступлении была проведена КАГ. ЧКВ была предпринята у 91% пациентов со значительными поражениями с успешным результатом в 93% случаев. Выживаемость до выписки составила 32%. После выписки общая 5-ти летняя выживаемость составила 82%. Выживаемость от госпитализации до 5 лет составил  $37,4 \pm 5,2\%$  для пациентов со значительными поражениями коронарных артерий и  $20,7 \pm 3,0\%$  без таковых (относительный риск 1,5 [95% ДИ, 1,12–2,0]; P = 0,0067). Это исследование предполагает, что выжившие переживут 5 лет, особенно если у них было выявлено коронарное поражение, приведшее к риску смерти и проведено ЧКВ (рисунок 6А). Geri et al. [64] сообщили о самом длительном наблюдении за пациентами, которым была проведена экстренная КАГ и показали, что пациенты с ИБС и ЧКВ имели более высокую кратко- и долгосрочную выживаемость до 10 лет по сравнению с пациентами без ИБС (рисунок 6В).

Несколько случаев заболевания среди реанимированных пациентов с ОНСА, у которых было зафиксировано повышение сегмента ST на первоначальной ЭКГ, последовательно продемонстрировали высокий процедурный успех ЧКВ с показателями выживаемости, от 60% до 80%. Почти 90% из этих пациентов выжили с благоприятными неврологическими исходами (таблица 6).

Полная реваскуляризация также может быть важна для оптимизации результатов лечения пациентов [73]; однако большинству пациентов с успешной реанимацией после остановки сердца редко проводится мультифокальное ЧКВ. [16,74] Хотя данные остаются ограниченными, пациенты с кардиогенным шоком после ОНСА могут также извлечь выгоду от ЧКВ во всех заинтересованных сосудистых бассейнах. [74]



**Рисунок 6. Долгосрочная выживаемость после реанимации при ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса при наличии ОКС и КАГ**

**А,** 5-ти летние результаты выживания пациентов после остановки сердца и КАГ. Пациенты делятся в зависимости от наличия или отсутствия ОКС.

Перепечатано из Sideris et al. [63] Copyright © 2014, SAGE Publications, Ltd. Перепечатано с разрешения SAGE Publications, Ltd.

**Б,** 10-ти летнее наблюдение за пациентами, которым после реанимации при ОНСА была проведена КАГ.

Перепечатано из Geri et al. [64] Copyright © 2015, Американская кардиологическая ассоциация, Inc.

**ASC** – острый коронарный синдром; **No ASC** – отсутствие острого коронарного синдрома; **Coro** - коронароангиография;

**PCI** – чрескожное коронарное вмешательство

**Таблица 6. Серии случаев с ранней доставкой в ангиоблок и проведением КАГ с ЧКВ реанимированных пациентов после ОНСА и признаками ОКС с подъемом сегмента ST на первой постреанимационной ЭКГ в 12-ти отведениях**

	<b>Выжившие (n)/из общего кол-ва (N)</b>	<b>Выжившие с хорошим неврологическим статусом (n)/из общего кол-ва (N)</b>
Borger van der Berg et al, [65] 2003	39/42	Нет данных
Keelan et al, [66] 2003	11/15	9/11
Bendz et al, [10] 2004	29/40	Нет данных
Quintero-Moran et al, [67] 2006	18/27	Нет данных
Gorjup et al, [31] 2007	90/135	72/90
Garot et al, [30] 2007	102/186	88/102
Richling et al, [68] 2007	24/46	22/24
Markusohn et al, [69] 2007	19/25	17/19
Werling et al, [70] 2007	9/13	Нет данных
Pleskot et al, [71] 2008	14/20	11/14
Hosmane et al, [32] 2009	63/98	58/63
Anyfantakis et al, [72] 2009	35/72	33/35
Reynolds et al, [62] 2009	52/96	Нет данных
<b>Всего, n/N (%)</b>	<b>505/815 (62%)</b>	<b>310/358 (87%)</b>

Превалирующими ритмами, приведшими к ОНСА, были ФЖ/ЖТ без пульса в более чем 95%



Выгода выживания, связанная с ранней реваскуляризацией после остановки сердца может быть связана с двумя различными механизмами. В большинстве случаев причиной ФЖ/ЖТ без пульса остановки сердца является ишемическое поражение миокарда. Поэтому исправляя лежащий в основе ишемический патогенез, можно будет предотвратить будущие аритмии и повторные остановки сердца, что непременно приведет к улучшению выживаемости. Во-вторых, реваскуляризация может способствовать восстановлению сердца и предотвратить длительную нестабильность гемодинамики после остановки сердца. Как полагают, реваскуляризация улучшает выживаемость после кардиогенного шока вследствие ОКС с подъемом сегмента ST, что способствовало утверждению рекомендации по экстренной реваскуляризации при развитии кардиогенного шока после острого коронарного события. [46,75] Результаты текущих рандомизированных исследований смогут значительно улучшить понимание этих предложенных механизмов.

Краткое изложение факторов, связанных с благоприятными результатами после ОНСА, показаны в **таблице 7**.

**Таблица 7. Факторы, благоприятствующие успешному восстановлению после ОНСА**

Фактор	Величина эффекта (OR)
Остановка в присутствии свидетелей [15,36,76–78]	1.8-7.7
<i>shockable</i> ритмы, приведшие к остановке [15,36,76–80]	5.0-15.0
СЛР начата свидетелями происшествия [36,77,78]	1.6-2.0
СЛР менее 30 мин [36]	1.8
Тканевая перфузия: лактоацидоз <7 [15]	3.1
Возраст <60 лет [39,76–78]	1.5-2.7
Возраст <85 лет [76,78]	2.2-2.4
Ранняя КАГ [11,12,36,39,80]	1.6-2.8
ОКС с подъемом ST на ЭКГ [20,36,80]	1.9-3.3
Успешное ЧКВ [15,16,36,39]	2.1-2.6

### **Остановка и повторная остановка сердца в ангиоблоке**

Остановка сердца редко встречается в ангиоблоке. Исторические отчеты оценивают частоту развития этого состояния  $\approx 1\%$ , [81,82], но такие расчеты зависят от тяжести заболевания в группе пациентов, переносящих КАГ и вмешательство. В 2002, *Anderson et al.* [82] сообщили о более 100000 процедур (Национальный Регистр сердечно-сосудистых данных Американского колледжа кардиологии) и выявили, что частота общей внутрибольничной летальности составила от 1% до 5% в группе пациентов с острым инфарктом миокарда и 6% при экстренном внутрисосудистом вмешательстве. Согласно результатам исследований *Primary Angioplasty in Myocardial Infarction trials* *Mehta et al.* [83] сообщили о частоте ФЖ/ЖТ без пульса до 4% во время ЧКВ при остром инфаркте миокарда. В настоящее время в ангиоблоке обычно лечатся пациенты с большим риском развития серьезных осложнений, в том числе остановки сердца и смерти. Более современные доклады предполагают, что более половины (55%) всех ЧКВ не являются селективными и что около 20% выполняются у клинически нестабильных пациентов. [84] Суррогатная оценка, связанной с ЧКВ внутрибольничной летальности при развитии рефрактерной остановки сердца в ангиоблоке составляет от 2% до 3%.

Компрессии грудной клетки являются первичной манипуляцией для поддержания кровообращения при остановке сердца. Тем не менее, выполнение качественного наружного массажа сердца в ангиоблоке при попытке реканализации остро закупоренной коронарной артерии может быть сложной задачей. Барьеры включают небезопасное излучение, руки проводящего



компрессии, которые могут мешать интервенционному хирургу, частые перерывы в компрессиях грудной клетки и плохое качество СЛР в целом.

Одним из возможных решений является использование механического компрессора. Механические сдавливания грудной клетки дают возможность инициировать ЧКВ или чрескожную поддержку кровообращения во время продолжающейся СЛР у пациентов с рефрактерной остановкой сердца. *Wagner et al.* [85,86] сообщили о двух последовательных сериях случаев использования механической СЛР в ангиоблоке в общей сложности у 75 пациентов, перенесших ЧКВ. В первом из этих исследований, 88% (28 из 32) пациентам во время механической компрессии грудной клетки было выполнено коронарное или сердечное вмешательство с частотой успеха 80%. [86] Во втором исследовании, 86% (37 из 43) пациентов с рефрактерной остановкой сердца перенесли успешное кардиальное или коронарное вмешательство во время продолжающейся механической СЛР. [85] Общая функционально благоприятная выживаемость после рефрактерной остановки сердца составила 25% (19 из 75) с годовой выживаемостью 87%. *Venturini et al.* [87] также сообщили о своем опыте работы с 43 пациентами, которым проводилась СЛР в ангиоблоке. Почти у половины (20 из 43) из этих пациентов остановка сердца произошла в ангиоблоке, в то время как другие пациенты были доставлены в ангиоблок с рефрактерной остановкой сердца с продолжающейся компрессией грудной клетки. Из 43 пациентов 22 во время механических компрессий грудной клетки было инициировано проведение ВА-ЭКМО, что позволило более вероятно достичь ROSC, (100% против 53% без ЭКМО;  $P = 0,003$ ), демонстрируя, что начало проведения такого чрескожного экстракорпорального жизнеобеспечения было осуществимо и безопасно во время механической компрессии грудной клетки в ангиоблоке. [87]

Другие варианты лечения для пациентов, у которых остановка сердца произошла в ангиоблоке, включают чрескожно имплантированный вспомогательный механический левый желудочек. Результаты доклинических исследований на крупных животных показали, что вспомогательное устройство кровообращения *Impella*, может поддерживать системную циркуляцию без компрессий грудной клетки при остановке сердца вследствие ишемической болезни сердца, но требуется внутрисосудистая объемная нагрузка. [88] *Derwall et al.* [89] при провоцировании ФЖ на свиньях, показал, что это устройство может генерировать перфузионное давление в коронарных артериях до 20 мм рт. ст., что вдвое больше, чем при компрессии грудной клетки. По сравнению только с компрессией грудной клетки эта усиленная гемодинамическая поддержка продемонстрировала значительное преимущество выживания в течение 24 часов (2 из 10 против 9 из 10;  $P = 0,003$ ) у животных.

Чрескожное ВА-ЭКМО было использовано при рефрактерных остановках сердца в ангиоблоке. Серии случаев и отчеты имеют задокументированные успешные попытки реанимации при использовании механических устройств поддержки кровообращения при отсутствии эффекта от проводимой стандартной терапии. [90,91] Этот подход требует наличия междисциплинарной команды и тщательный отбор подходящих кандидатов.

Сегодня механические устройства сжатия груди и механические устройства поддержки кровообращения чаще всего используется в тандеме, часто последовательно. В обновленное руководство 2015 года *The “American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care”* включены рекомендации по лечению остановки сердца в ангиоблоке, с указанием на то, что механические поршневые устройства могут быть рассмотрены в конкретных случаях, при которых проведение качественных компрессий грудной клетки может быть затруднено или опасным для проводящего реанимацию (**Класс IIb; Уровень доказательств C-EO**). Также рекомендуется проведение компрессии грудной клетки у пациентов

с остановкой сердца во время ЧКВ и что, может быть, было бы разумно использовать ВА-ЭКМО как терапию спасения, когда при остановке сердца во время ЧКВ нет эффекта от проводимой первоначальной терапии (*Класс IIb; Уровень доказательности C-LD*). [92,93] Поскольку была продемонстрирована осуществимость и предварительная эффективность данных методик, в настоящее время эти подходы становятся все более распространенными при выполнении коронарных вмешательств.

### **Рефрактерная ОНСА и роль ангиоблока**

#### *Определение рефрактерной ФЖ/ЖТ без пульса*

Как было показано, передовые стратегии перфузии/реперфузии с использованием ранней транспортировки на этапе СМП и инициации проведения ВА-ЭКМО с последующей КАГ и ЧКВ при необходимости, сопровождаются 43% функционально независимой выживаемостью для пациентов с рефрактерной ФЖ/ЖТ без пульса на догоспитальном этапе. [7] Определение рефрактерной ФЖ/ЖТ без пульса может быть выбрано как точка после чисто теоретического неудачного ответа на стандартную помощь. Исторически врачи выбрали начало введения антиаритмических препаратов как точку определения ФЖ в качестве рефрактерной. По мере развития стратегий реагирования на чрезвычайные ситуации, различные определения могут стать выдающимися, а другие могут устареть. В зависимости от временного диапазона вмешательство может быть применено либо слишком рано, либо слишком поздно. Например, слишком поздняя реализация новой стратегии не может принести преимуществ, потому что пациент будет уже слишком серьезно скомпрометирован. Если это происходит слишком рано, без необходимости могут быть мобилизованы дорогие ресурсы. По этим причинам большинство исследований, проводимых в настоящее время с участием пациентов с рефрактерной остановкой сердца, выбрали точку принятия решения для оптимальной реализации на основании либо времени, либо проводимой манипуляции (например, количество разрядов дефибриллятора). Наиболее частые определения в США предполагают считать ФЖ/ЖТ без пульса рефрактерной, либо после 15-20 минут неэффективной стандартной реанимации или после трех неэффективных разрядов дефибриллятора. [22,94] Мы используем это определение для обозначения рефрактерной ФЖ/ЖТ без пульса на протяжении всего этого обзора.

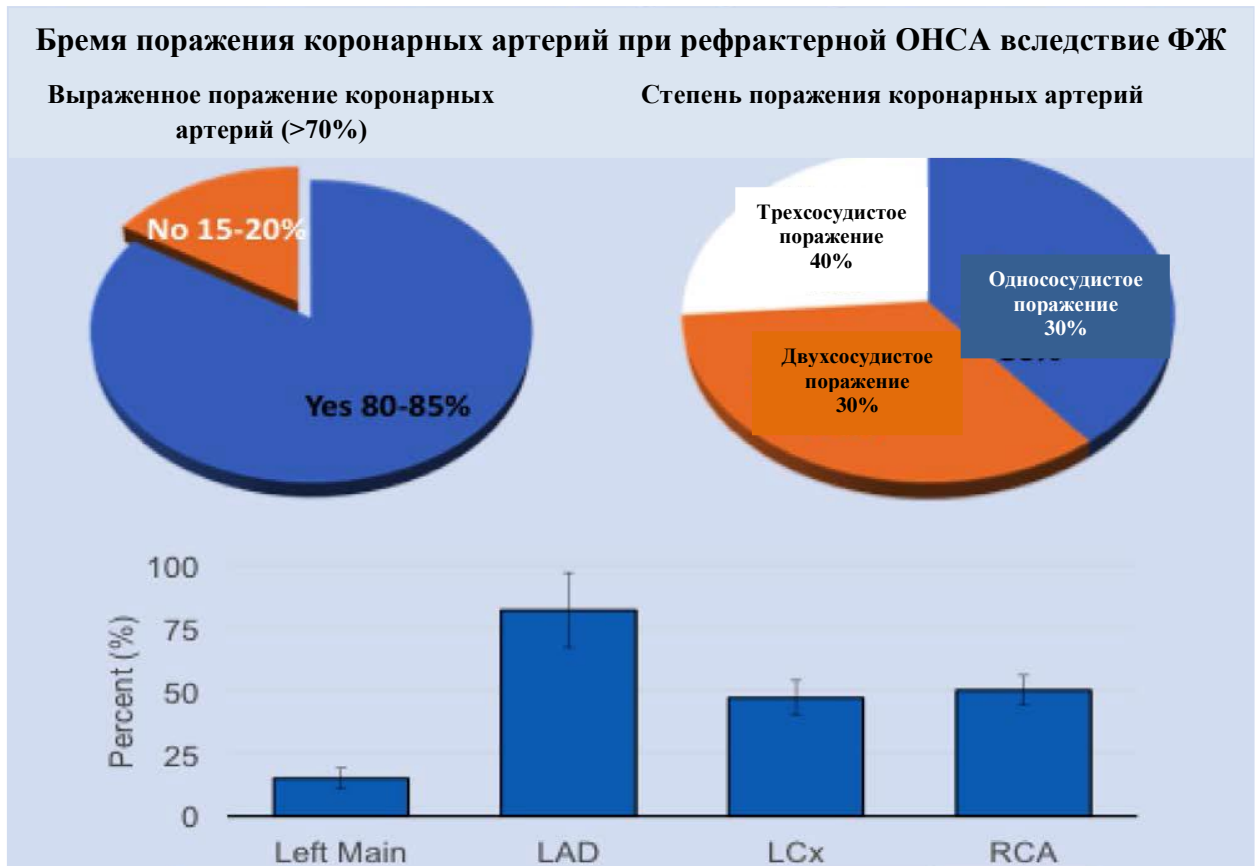
#### *ИБС и рефрактерная остановка сердца вследствие ФЖ/ЖТ без пульса*

Опубликованные данные КАГ с поддержкой ВА-ЭКМО у пациентов с рефрактерной ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса показали, что в этой группе населения уровень заболеваемости ИБС очень высокий. [7,23] Распространенность тяжелых форм ИБС, в сочетании с относительно высокими показателями выживаемости у отдельных пациентов, которым была проведена реваскуляризация, поддерживает утверждение, что тяжесть коронарной патологии может быть причинно связана с неэффективностью стандартных реанимационных мероприятий для достижения ROSC у большинства пациентов (**рисунок 7**). [7]

#### *КАГ/ангиопластика с поддержкой ВА-ЭКМО*

Усилия по лечению пациентов с рефрактерной остановкой сердца привели к использованию ВА-ЭКМО для облегчения реперфузии и для поддержки усилий дальнейшей реанимации, в том числе для поддержки КАГ и ЧКВ. Несколько когортных исследований показали, что такой подход возможен у отдельных пациентов. В связи с тем, что время начала проведения экстракорпорального жизнеобеспечения (ЕСРР) является критическим предиктором выживания, было введено два основных подхода относительно времени начала ЕСРР. Первый подход

использует быструю мобилизацию и транспортировку до ближайшего высокотехнологичного отделения неотложной помощи или возможности выполнения ЧКВ. Такой подход используется в Азии, Австралии, Канаде и США. Второй подход мобилизует бригады ЭКМО аварийного реагирования с инициированием ВА-ЭКМО на месте, где произошла остановка сердца, как это используется во Франции.



**Рисунок 7.** Бремя поражения коронарных артерий показано в виде среднего значения на основе данных опубликованной литературы в США, Японии, Франции и Австралии.

Наибольшая доля пациентов имеет значительное поражение коронарных артерий, и, по меньшей мере, 70% из них имеют поражение  $\geq 2$  сосудов. Преобладающее вовлечение - передняя межжелудочковая ветвь левой коронарной артерии (LAD), с равным распределением между поражением огибающей ветви левой коронарной артерии (LCx) и правой коронарной артерией (RCA). Вовлечение ствола левой коронарной артерии достаточно редко.

ОНСА – внебольничная остановка сердца; Left Main – ствол левой коронарной артерии; LAD – передняя межжелудочковая ветвь левой коронарной артерии; LCx – огибающая ветвь левой коронарной артерии; RCA – правая коронарная артерия.

### **ВА-ЭКМО при рефрактерной ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса: выживание и благоприятные неврологические результаты**

Согласно базе данных *Extracorporeal Life Support Organization registry database*, выживание до выписки из стационара после экстракорпорального жизнеобеспечения (ECPR) при остановке сердца, которая была рефрактерна к проведению стандартной реанимации среди 2885 взрослых пациентов, составило 29%. [95] Эти результаты широко варьировали в других опубликованных исследованиях, в основном из неамериканских когорт, в основном из Азии. [24,25,96–99] Несколько исследований пациентов, не отвечающих стандартной реанимации, которым проводилось ВА-ЭКМО (и ЧКВ по показаниям) обнаружили худшие результаты при ОНСА

против остановки сердца в стационаре (ИНСА). *Kagawa et al* [96] проанализировали данные 86 пациентов с ОНСА или ИНСА, рефрактерных к стандартной СЛР, которым было проведено ВА-ЭКМО (и ЧКВ показаниям). Выживание через 30 дней составило 29% в целом, 17% (7 из 42) при ОНСА против 41% (18 из 44) при ИНСА и 37% (17 из 46) у пациентов с ФЖ/ЖТ без пульса в сравнении с 20% (8 из 40) у пациентов с асистолией/БЭА. По сравнению с пациентами на ВА-ЭКМО, которые не дожили до 30 дней, выжившие имели значительно более короткий интервал времени от развития коллапса до начала ЭКМО (40 [межквартильный диапазон 25–51] минут против 54 [межквартильный диапазон, 34–74] минуты;  $P = 0,002$ ), а также более высокую частоту развития остановки сердца во время ЧКВ (88% против 70%;  $P = 0,04$ ). *Wang et al.* [24] ретроспективно описал когорту из 230 пациентов, которым была проведена ВА-ЭКМО в течение 5-ти летнего наблюдения (31 пациент с ОНСА и 199 с ИНСА). Не было выявлено существенных различий между группами пациентов с ОНСА и ИНСА по выживаемости до выписки из стационара (39% против 31%;  $P > 0,05$ ) или функционально благоприятной выживаемости (26% против 25%;  $P > 0,05$ ). Как и в первом исследовании, длительность ишемии (от коллапса до ВА-ЭКМО) была сильным предиктором выживания. Авторы отмечают, что высокая выживаемость у пациентов с ОНСА по сравнению с предыдущими исследованиями [96,97,100,101] связана с хорошо организованной системой быстрого реагирования на догоспитальном этапе, эффективностью лечения пациента при транспортировке и реанимации, а также с возможностью выполнения ВА-ЭКМО в отделении неотложной помощи, а не в отделении интенсивной терапии, что сократило продолжительность ишемии. [24] В Австралии *Stub et al.* [21] лечили 26 пациентов в течение 32 месяцев с рефрактерной длительной остановкой сердца согласно протоколу **CHEER** (механическая СЛР, гипотермия, ЭКМО и ранняя реперфузия). [15] У всех пациентов с ИНСА, которым проводилась ВА-ЭКМО было достигнуто ROSC, и 9 (60%) выжили. У 11 пациентов с ОНСА (все с ФЖ), ROSC была достигнута у 2 пациентов до начала ВА-ЭКМО, и у 8 из 9 пациентов была проведена ВА-ЭКМО. В общей сложности 5 пациентов (45%) с ОНСА выжили, в том числе 3 из 9 пациентов, которым была проведена ВА-ЭКМО. *Avalli et al.* [100] сообщили о своем опыте работы с ВА-ЭКМО для поддержки пациентов с рефрактерной остановкой сердца (ИНСА,  $n = 24$ ; ОНСА,  $n = 18$ ). Выживание до выписки из отделения интенсивной терапии составило 46% (11 из 24) при ИНСА и 6% (1 из 18) при ОНСА ( $P < 0,05$ ). Выживаемость с хорошими неврологическими результатами через 6 месяцев составила 38% (9 из 24) при ИНСА и 6% (1 из 18) при ОНСА. *Haneya et al.* [101] проанализировали в общей сложности 85 последовательных взрослых пациентов с рефрактерной остановкой сердца, которым проводилась ВА-ЭКМО. Выживаемость через 30 дней составила 42% (25 из 59) у пациентов с ИНСА и 15% (4 из 26) у пациентов с ОНСА ( $P < 0,02$ ). Продолжительность СЛР, как возможного суррогатного показателя времени ишемии было независимым предиктором риска смерти. В США, *Johnson et al.* [102] сообщили о 26 случаях остановок сердца с ВА-ЭКМО (и реперфузией по показаниям) в течение 7 лет, из которых 11 (42%) имели ФЖ/ЖТ без пульса. Из 15 пациентов с ОНСА, 1 пациент (7%) с ФЖ/ЖТ без пульса выжил до выписки с полным неврологическим восстановлением. Выживаемость до выписки составила 27% (3 из 11) при ИНСА.

В Южной Корее *Kim et al.* [99] обнаружили схожие показатели выживаемости до выписки из стационара в группе пациентов с ОНСА с длительной обычной СЛР по сравнению с пациентами, которым проводилась ВА-ЭКМО (19% [86 из 444] против 16% [9 из 55] соответственно). Тем не менее, при оценке склонности сопоставления пациентов, длительность СЛР у которых была  $\geq 21$  минуты, неврологические исходы через 3 месяца были более благоприятными в группе пациентов, которым проводилась ВА-ЭКМО (15% против 8%). В обсервационном исследовании, *Maekawa et al* [97] проанализировали данные 162 взрослых

японцев с ОНСА, вероятно кардиального генеза, в присутствии свидетелей, перенесших СЛР в течение >20 минут до начала ВА-ЭКМО. Выживание до выписки из стационара составило 32% (17 из 53) в группе ВА-ЭКМО и 6% (7 из 109) при стандартной СЛР. Анализ соответствия склонности показал, значительно лучшие показатели неврологически независимой выживаемости через 3 месяца в группе ВА-ЭКМО по сравнению с обычной СЛР (29% против 8%;  $P = 0,018$ ). В исследовании *SAVE-J (Study of Advanced Cardiac Life Support for Ventricular Fibrillation With Extracorporeal Circulation in Japan)*, проспективном обсервационном исследовании пациентов с ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса, проведенном в Японии в течение 3-х летнего периода, *Sakamoto et al.* [25] сравнили пациентов, поступивших в 26 стационаров с возможностью выполнения ВА-ЭКМО с 20 стационарами без возможности ее проведения. В анализе в соответствии с протоколом, общая 1-месячная выживаемость составила 29% (68/234) в стационарах с возможностью проведения ВА-ЭКМО против 6% (9 из 159) без ВА-ЭКМО. СРС 1 или 2 баллов отмечены через 1 месяц у 14% (32 из 234) пациентов, которым проводилась ВА-ЭКМО против 2% (3 из 159) без ВА-ЭКМО ( $P < 0,0001$ ) и через 6 месяцев у 12% (29 из 234) против 3% (5 из 159), соответственно ( $P = 0,002$ ). В Австрии *Schober et al.* [103] обнаружили, что функционально благоприятное выживание было 14% в группе пациентов с ВА-ЭКМО против 6% при стандартной СЛР.

В нескольких исследованиях сравнивалось потенциальное воздействие ВА-ЭКМО между группами пациентов с рефрактерной ФЖ/ЖТ без пульса и *nonshockable* ритмами. *Leick et al.* [104] показали, что 30-ти дневная выживаемость составила 38% в группе ВА-ЭКМО с рефрактерной ФЖ/ЖТ без пульса и 35% в группе пациентов с *nonshockable* ритмами. Время от двери до ВА-ЭКМО было единственным значительным и независимым предиктором 30-ти дневной летальности. В Дании *Fjølner et al.* [105] показали, что в группе пациентов поступающих с рефрактерным, нормотермическим ОНСА в присутствии свидетелей, которым проводили ВА-ЭКМО, 33% выжили до выписки из стационара, все с СРС 1 или 2 балла. Выживание до выписки из стационара составило 56% у пациентов с ФЖ/ЖТ без пульса и 17% у пациентов с БЭА или асистолией. У пациентов с рефрактерной ОНСА, которым проводилось ВА-ЭКМО в Лионе, Франция, *Pozzi et al.* [26] показали, что выживаемость до выписки составляла 32% (6 из 19) в группе пациентов с ФЖ/ЖТ без пульса и 0% (0 из 49) у пациентов с *nonshockable* ритмами ( $P < 0,001$ ). В исследовании в Париже, *Lamhaut et al.*, [106] показали, что хотя общая выживаемость у пациентов с рефрактерной ОНСА и ВА-ЭКМО составила всего 14% (21 из 156), раннее применение ВА-ЭКМО в полевых условиях, в течение 60 минут после звонка 9-1-1 и тщательного отбора пациентов, улучшили выживаемость с 8% до 29%. Невыполнение впоследствии КАГ было сильнейшим предиктором смерти (OR, 7.1), и только пациенты с ФЖ/ЖТ без пульса в конечном итоге выжили. В группе 62 последовательных взрослых пациентов, проходящих лечение по Миннесотскому Протоколу рефрактерной ФЖ/ЖТ без пульса, *Yannopoulos et al.* [7] сообщили, что 45% (28 из 62) пациентов были выписаны живыми и 42% (26 из 62) были выписаны с функционально благоприятным выживанием (СРС 1 или 2 балла), все из которых были функционально независимы (СРС 1 балл) через 3 месяца. В **таблице 8** представлены резюме опубликованных серий на сегодня.

### **Усовершенствованные стратегии реперфузии при рефрактерной остановке сердца (2018–2023)**

Национальные институты здравоохранения профинансировали рандомизированное исследование по экстракорпоральной поддержке жизни при рефрактерной остановке сердца вследствие ФЖ. Основная конечная точка исследования *ARREST (Advanced Reperfusion Strategies for Refractory Cardiac Arrest)* - это выживание до выписки из стационара с баллом по шкале mRs

(модифицированная шкала Рэнкина)  $\leq 3$ . Вторичные конечные точки включают выживание через 6 месяцев и стоимость спасенной жизни. Исследование призвано обнаружить абсолютную разницу в выживаемости в 25% (15% против 40%).

**Таблица 8. Выживаемость у пациентов с рефрактерной ОНСА, получавших лечение с помощью современных методов перфузии (ЭКМО и ЧКВ)**

	Период зачисления, лет	Место начала ВА-ЭКМО	Пациенты, n (%)		Частота выживших		
			ОНСА	ФЖ/ЖТ без пульса	Все с ОНСА, n (%)	СРС 1-2, n (%)	ФЖ/ЖТ без пульса, n (%)
Kagawa et al, [96] 2012	7.5	ED	42	23 (55)	7 (17)*	6 (14)*	17/46 (37)†
Avalli et al, [100] 2012	5	ED/ICU/CCL	18	16 (89)	1 (5.5)*	1 (5.5)*	-
Haneya et al, [101] 2012	5	ED	26	12 (46.2)	4 (15)‡	27/85 (32)†	-
Leick et al, [104] 2013	2	CCL	28	8 (28.6)	11 (39)*	8 (28.5)*	-
Maekawa et al, [97] 2013	4.5	ED	53	30 (60.4)	17 (32.1)‡	8 (15.1)‡	-
Wang et al, [24] 2014	5.5	ED	31	15 (48.4)	12 (38.7)‡	8 (25.8)‡	-
Johnson et al, [102] 2014	7.5	ED	15	11/26 (42)*	1 (6.6)‡	3/26 (11.5)†‡	-
Sakamoto et al, [25] 2014	3	ED	234	234 (100)	68 (29)*§	32 (13.7)*§	68 (29)*§
Kim et al, [99] 2014	7.5	ED	55	31 (56.4)	9 (16.4)‡	8 (14.5)‡	-
Stub et al, [21] 2015	3	ED	11	11 (100)	5 (45)‡	5 (45)‡	5 (45)‡
Pozzi et al, [26] 2016	4	ED	68	19 (28)	6 (8.8)‡	3 (15.8)‡	6 (31.5)‡
Lee et al, [98] 2016	4	ED	23	20 (87)	10 (43.5)*	7 (30.4)*	8 (40)*
Fjolner et al, [105] 2017	3.5	CCL	21	9 (43)	7 (33)‡	7 (33)‡	5 (55.6)‡
Lamhaut et al, [106] 2017	4	Field vs ED	156	81 (58)¶	21 (13.5)‡	21 (13.5)‡	21 (25.9)‡
Schober et al, [103] 2017	10	ED	7	4/7 (57)	1 (14)¶	-	-
Yannopoulos et al, [7] 2017	1	CCL	62	62 (100)	28 (45)‡	26 (42)‡	28 (45)‡

CCL – лаборатория катетеризации сердца; СРС - церебральная категория производительности; ED – отделение неотложной помощи; ICU – отделение интенсивной терапии; ОНСА – внебольничная остановка сердца.

\* 30-ти дневная выживаемость.

† Процент включает пациентов с ОНСА + пациенты с остановкой сердца в стационаре.

‡ выживаемость до выписки из стационара.

§ Это анализ по протоколу. Анализ всех рандомизированных пациентов согласно протоколу лечения составил 32 из 260 (12,3%).

¶ 139 пациентов с доступными данными.

¶ 6-ти месячная выживаемость.

### Важность качества СЛР

Для пациентов, которых лечат от рефрактерной ОНСА, неспособность достичь ROSC и длительность стандартной СЛР накладывает значительное ишемическое бремя, усугубляя начальные повреждения жизненно важных органов. Несколько исследований по результатам реанимационного Консорциума подтвердили важность сохранения оптимальных параметров по степени сжатия и глубины компрессий и минимизации пауз в компрессиях на результаты выживания. Хотя рандомизированные исследования на сегодняшний день не показали значительного преимущества механической компрессии по сравнению с ручной СЛР при ОНСА, механическая СЛР может быть полезной, когда требуется транспортировка с места происшествия в стационар с продолжающейся СЛР для поддержания качества компрессии и лучшего обеспечения безопасности экипажа.

### Эффект времени при длительной реанимации

#### Попытки: доказательство золотого часа ответа

Возможность достичь ROSC при проведении СЛР резко снижается после первых 10-15 минут попыток реанимации; у 80% выживших ROSC достигается в период до 15 минут реанимационных усилий. В течение 30 минут после начала реанимационных мероприятий, 95% выживших достигли ROSC. [17–19] Эти данные были использованы для поддержки прекращения традиционной реанимации за пределами более 30 минут. [107,108] И наоборот, программы,

использующие поддержку ВА-ЕСМО, теперь продемонстрировали значительную выживаемость у пациентов, которым реанимационные мероприятия проводятся от 50 до 60 минут. Пациенты, которые достигают ROSC либо самопроизвольно, либо с поддержкой ЕСМО в течение 50-60 минут после звонка 9-1-1, имеют более высокие показатели выживаемости по сравнению с пациентами, которым требуется >60 минут СЛР с использованием или без применения ВА-ЭКМО. [7,106,109] Поэтому оправданы усилия по содействию более раннего начала ВА-ЭКМО. При этом необходимо рассмотрение реорганизации системы, направленное на минимизацию времени СЛР.

### *Мультисистемное повреждение и сложность лечения в постреанимационном периоде*

Хотя ВА-ЭКМО предоставляет очень многообещающий новый способ вмешательства при ОНСА, полное восстановление пациента требует как тщательный отбор возможных кандидатов, так и вспомогательную систему помощи после вмешательства. Шансы на выживаемость после остановки сердца увеличиваются в тех стационарах, которые имеют полный набор сердечно-сосудистых интервенционных возможностей, даже если пациенты не требуют этих конкретных вмешательств. [110,111] Это наблюдение предполагает что культура оказания помощи сама по себе играет важную роль в достижении оптимальных исходов и отличается между сайтами. Это также предполагает, что больший опыт улучшает лечение и исходы у пациентов с острым сердечно-сосудистым коллапсом.

Интенсивная терапия после остановки сердца должна быть направлена на лечение СПОН. [112] Наиболее частой причиной смерти после восстановления сердечной деятельности остается ранний отказ от поддерживающей жизни терапии из-за предварительного неврологического прогнозирования, которое зачастую невозможно сделать до 72 часов после остановки сердца и, вероятно, требуется более длительный период поддержки и наблюдения для вынесения такого заключения. Это остается областью текущих исследований. Нейрореанимационная помощь может иметь важное значение для предотвращения преждевременного отказа от жизнеобеспечивающего лечения пациентов с потенциалом выздоровления. [113]

Каждая система органов подвержена ишемии/реперфузии. [114] Многопрофильная интенсивная терапия, включая доступ к комплексной медицинской и хирургической поддержке всех систем органов, может быть необходима для любого пациента. Дополнительные нейропсихологические ресурсы и реабилитационные услуги также необходимы для достижения выживания, которое достигается достаточно быстро при применении агрессивных программ оказания помощи, основанных на экстракорпоральной СЛР.

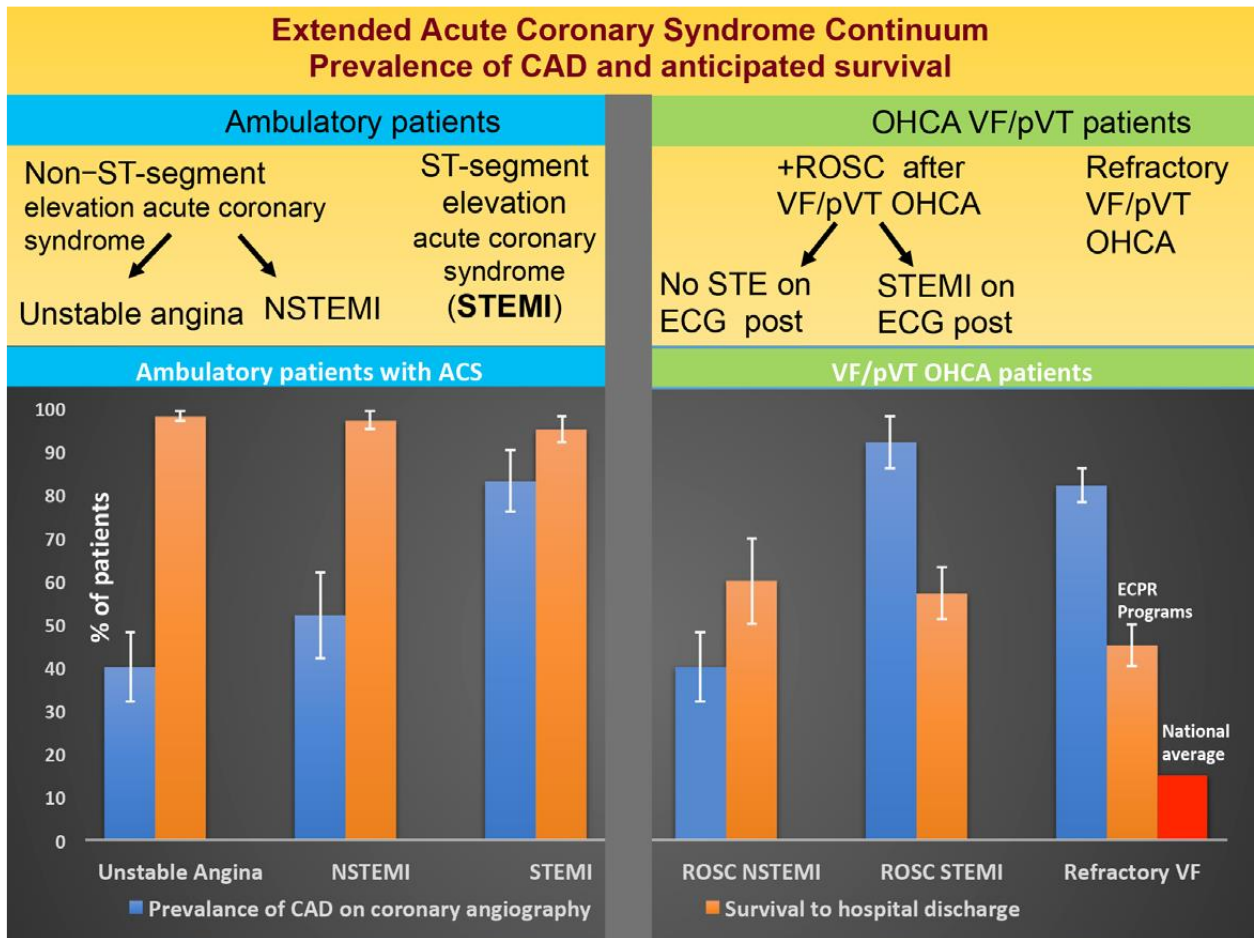
### **ВЫВОДЫ**

ИБС остается распространенным субстратом, и ее серьезность является потенциальным триггером для ОНСА, особенно в случае развития ФЖ/ЖТ без пульса. Пациенты с ОНСА вследствие развития этих ритмов должны быть рассмотрены как пациенты наивысшей степени тяжести в контексте острого коронарного синдрома. Пациенты с ФЖ/ЖТ без пульса имеют значительное бремя ИБС: острой, хронической или острой на фоне хронической (**рисунок 8**).

Последние руководства рекомендуют проведение ранней КАГ и реперфузии после остановки сердца после достижения ROSC при элевации сегмента ST на постреанимационной ЭКГ в 12-ти отведениях. Однако из-за отсутствия убедительных рандомизированных данных и постоянного клинического противостояния, нет единого мнения по вопросу проведения КАГ и коронарной реваскуляризации у пациентов без подъема сегмента ST на ЭКГ. Многочисленные рандомизированные исследования по этому вопросу в стадии реализации. До их завершения



существует значительная совокупность данных наблюдательных исследований, посвященных роли лаборатории катетеризации сердца в этой популяции.



**Рисунок 8.** Расширение континуума острого коронарного синдрома для включения пациентов с остановкой сердца вне стационара (ОНСА) вследствие ФЖ/ЖТ без пульса.

Пациенты делятся на амбулаторных и пациентов с ОНСА. Ожидаемая выживаемость и распространенность ИБС (ИБС; >70% острый стеноз и хроническая ИБС) основаны на данных опубликованных рандомизированных исследований.

ECPR - экстракорпоральная сердечно-легочная реанимация; NSTEMI – ОКБ без подъема сегмента ST; ROSC – восстановление спонтанного кровообращения; STEMI – ОКБ с подъемом сегмента ST.

Современные данные свидетельствуют о том, что раннее проведение КАГ и реваскуляризации у пациентов, реанимированных после остановки сердца вследствие ФЖ/ЖТ без пульса, ассоциируется с 2-3-х кратным увеличением функционально благоприятных показателей выживания, чем более консервативные подходы. Эта основа доказательств, с возможностью неизмеренного отбора предвзятости, предполагает, что пациентов после успешной реанимации при ОНСА, особенно при развитии *shockable* ритмов, при наличии показаний следует рассмотреть как потенциальных кандидатов для проведения ранней КАГ, выявления обратимых причин и реваскуляризации.

Бремя тяжелой ИБС кажется еще выше у пациентов с рефрактерной ОНСА вследствие ФЖ/ЖТ без пульса. Появление передовых перфузионных/реперфузионных стратегий и раннее развертывание ВА-ЭКМО и ЧКВ при необходимости, показали многообещающие результаты и ассоциируются с возрастанием выживаемости в 2–4 раза (с 8–15% до 45–45%) по данным наблюдательных исследований. Расширение этого подхода может произойти в будущем.

Необходимо проведение рандомизированного исследования, чтобы доказать этот постулат и разработать лучшие практики для максимальной эффективности проводимой терапии. В исследовании **ARREST** будут рассмотрены вопросы выживаемости и стоимости сохраненной жизни в США, но результаты не будут доступны до 2023 года. На основании имеющихся доказательств, системы здравоохранения планируют начать экстракорпоральную реанимацию на основе жизнеобеспечения при рефрактерной ОНКА. Следует реализовать системно-структурные протоколы на догоспитальном этапе, направленные на инициализацию ВА-ЭКМО в пределах <60 минут от поступившего вызова. Они также должны обеспечить междисциплинарную интенсивную терапию после реанимации, в том числе включая комплексные услуги медицинской и хирургической поддержки. Это будет иметь решающее значение для эффективного расширения программы экстракорпоральной поддержки жизни.

Эффект раннего доступа к лаборатории катетеризации сердца при *nonshockable* ритмах остается неопределенным. ЧКВ, механическая поддержка кровообращения, и всесторонняя постреанимационная помощь может принести существенную пользу.

Тем не менее, они также являются ресурсоемкими, требующими тщательного рассмотрения. Кроме того, усилия должны быть направлены на понимание потребностей в ресурсах для полной оптимизации всей цепочки выживания.

## REFERENCES

1. Institute of Medicine. *Strategies to Improve Cardiac Arrest Survival: A Time to Act*. Washington, DC: National Academies Press; 2015.
2. Benjamin EJ, Blaha MJ, Chiuve SE, Cushman M, Das SR, Deo R, de Ferranti SD, Floyd J, Fornage M, Gillespie C, Isasi CR, Jiménez MC, Jordan LC, Judd SE, Lackland D, Lichtman JH, Lisabeth L, Liu S, Longenecker CT, Mackey RH, Matsushita K, Mozaffarian D, Mussolino ME, Nasir K, Neumar RW, Palaniappan L, Pandey DK, Thiagarajan RR, Reeves MJ, Ritchey M, Rodriguez CJ, Roth GA, Rosamond WD, Sasson C, Towfighi A, Tsao CW, Turner MB, Virani SS, Voeks JH, Willey JZ, Wilkins JT, Wu JH, Alger HM, Wong SS, Muntner P; on behalf of the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics—2017 update: a report from the American Heart Association [published corrections appear in *Circulation*. 2017;135:e646 and *Circulation*. 2017;136:e196]. *Circulation*. 2017;135:e146–e603. doi: 10.1161/CIR.0000000000000485
3. Davies MJ, Thomas A. Thrombosis and acute coronary-artery lesions in sudden cardiac ischemic death. *N Engl J Med*. 1984;310:1137–1140. doi: 10.1056/NEJM198405033101801
4. Silfvast T. Cause of death in unsuccessful prehospital resuscitation. *J Intern Med*. 1991;229:331–335.
5. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Incidence, duration and survival of ventricular fibrillation in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Resuscitation*. 2000;44:7–17.
6. Debaty G, Labarere J, Frascione RJ, Wayne MA, Swor RA, Mahoney BD, Domeier RM, Olinger ML, O'Neil BJ, Yannopoulos D, Aufderheide TP, Lurie KG. Long-term prognostic value of gasping during outof-hospital cardiac arrest. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70:1467–1476. doi: 10.1016/j.jacc.2017.07.782
7. Yannopoulos D, Bartos JA, Raveendran G, Conterato M, Frascione RJ, Trembley A, John R, Connett J, Benditt DG, Lurie KG, Wilson RF, Aufderheide TP. Coronary artery disease in patients with out-of-hospital refractory ventricular fibrillation cardiac arrest. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70:1109–1117. doi: 10.1016/j.jacc.2017.06.059
8. Aufderheide TP, Frascione RJ, Wayne MA, Mahoney BD, Swor RA, Domeier RM, Olinger ML, Holcomb RG, Tupper DE, Yannopoulos D, Lurie KG. Standard cardiopulmonary resuscitation versus active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation with augmentation of negative intrathoracic pressure for out-of-hospital cardiac arrest: a randomised trial. *Lancet*. 2011;377:301–311. doi: 10.1016/S0140-6736(10)62103-4
9. Spaulding CM, Joly LM, Rosenberg A, Monchi M, Weber SN, Dhainaut JF, Carli P. Immediate coronary angiography in survivors of outof-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 1997;336:1629–1633. doi: 10.1056/NEJM199706053362302
10. Bendz B, Eritsland J, Nakstad AR, Brekke M, Klurw NE, Steen PA, Mangschau A. Long-term prognosis after out-of-hospital cardiac arrest and primary percutaneous coronary intervention. *Resuscitation*. 2004;63:49–53. doi: 10.1016/j.resuscitation.2004.04.006
11. Callaway CW, Schmicker RH, Brown SP, Albrich JM, Andrusiek DL, Aufderheide TP, Christenson J, Daya MR, Falconer D, Husa RD, Idris AH, Ornato JP, Rac VE, Rea TD, Rittenberger JC, Sears G, Stiell IG; ROC Investigators. Early coronary angiography and induced hypothermia are associated with survival and functional recovery after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2014;85:657–663. doi: 10.1016/j.resuscitation.2013.12.028
12. Camuglia AC, Randhawa VK, Lavi S, Walters DL. Cardiac catheterization is associated with superior outcomes for survivors of out of hospital cardiac arrest: review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2014;85:1533–1540. doi:10.1016/j.resuscitation.2014.08.025
13. Cronier P, Vignon P, Bouferrache K, Aegerter P, Charron C, Templier F, Castro S, El Mahmoud R, Lory C, Pichon N, Dubourg O, Vieillard-Baron A. Impact of routine percutaneous coronary intervention after out-of-hospital cardiac arrest due to ventricular fibrillation. *Crit Care*. 2011;15:R122. doi:10.1186/cc10227

14. Dumas F, Bougouin W, Geri G, Lamhaut L, Rosencher J, Pène F, Chiche JD, Varenne O, Carli P, Jouven X, Mira JP, Spaulding C, Cariou A. Emergency percutaneous coronary intervention in post-cardiac arrest patients without ST-segment elevation pattern: insights from the PROCAT II Registry. *JACC Cardiovasc Interv.* 2016;9:1011–1018. doi: 10.1016/j.jcin.2016.02.001
15. Dumas F, Cariou A, Manzo-Silberman S, Grimaldi D, Vivien B, Rosencher J, Empana JP, Carli P, Mira JP, Jouven X, Spaulding C. Immediate percutaneous coronary intervention is associated with better survival after out-of-hospital cardiac arrest: insights from the PROCAT (Parisian Region Out of hospital Cardiac Arrest) registry. *Circ Cardiovasc Interv.* 2010;3:200–207. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.109.913665
16. Garcia S, Drexel T, Bekwelem W, Raveendran G, Caldwell E, Hodgson L, Wang Q, Adabag S, Mahoney B, Frascione R, Helmer G, Lick C, Conterato M, Baran K, Bart B, Bachour F, Roh S, Panetta C, Stark R, Haugland M, Mooney M, Wesley K, Yannopoulos D. Early access to the cardiac catheterization laboratory for patients resuscitated from cardiac arrest due to a shockable rhythm: the Minnesota Resuscitation Consortium Twin Cities Unified Protocol. *J Am Heart Assoc.* 2016;5:e002670.
17. Goldberger ZD, Chan PS, Berg RA, Kronick SL, Cooke CR, Lu M, Banerjee M, Hayward RA, Krumholz HM, Nallamothu BK; for the American Heart Association Get With The Guidelines–Resuscitation (formerly National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation) Investigators. Duration of resuscitation efforts and survival after in-hospital cardiac arrest: an observational study. *Lancet.* 2012;380:1473–1481. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60862-9
18. Grunau B, Puyat J, Wong H, Scheuermeyer FX, Reynolds JC, Kawano T, Singer J, Dick W, Christenson J. Gains of continuing resuscitation in refractory out-of-hospital cardiac arrest: a model-based analysis to identify deaths due to intra-arrest prognostication. *Prehosp Emerg Care.* 2018;22:198–207. doi: 10.1080/10903127.2017.1356412
19. Grunau B, Reynolds JC, Scheuermeyer FX, Stenstrom R, Pennington S, Cheung C, Li J, Habibi M, Ramanathan K, Barbic D, Christenson J. Comparing the prognosis of those with initial shockable and nonshockable rhythms with increasing durations of CPR: informing minimum durations of resuscitation. *Resuscitation.* 2016;101:50–56. doi:10.1016/j.resuscitation.2016.01.021
20. Kern KB, Lotun K, Patel N, Mooney MR, Hollenbeck RD, McPherson JA, McMullan PW, Unger B, Hsu CH, Seder DB; INTCAR-Cardiology Registry. Outcomes of comatose cardiac arrest survivors with and without ST-segment elevation myocardial infarction: importance of coronary angiography. *JACC Cardiovasc Interv.* 2015;8:1031–1040. doi:10.1016/j.jcin.2015.02.021
21. Stub D, Bernard S, Pellegrino V, Smith K, Walker T, Sheldrake J, Hockings L, Shaw J, Duffy SJ, Burrell A, Cameron P, Smit de V, Kaye DM. Refractory cardiac arrest treated with mechanical CPR, hypothermia, ECMO and early reperfusion (the CHEER trial). *Resuscitation.* 2015;86:88–94. doi:10.1016/j.resuscitation.2014.09.010
22. Yannopoulos D, Bartos JA, Martin C, Raveendran G, Missov E, Conterato M, Frascione RJ, Trembley A, Sipprell K, John R, George S, Carlson K, Brunsvold ME, Garcia S, Aufderheide TP. Minnesota Resuscitation Consortium’s Advanced Perfusion and Reperfusion Cardiac Life Support Strategy for Out-of-Hospital Refractory Ventricular Fibrillation. *J Am Heart Assoc.* 2016;5:e003732.
23. Lamhaut L, Tea V, Raphalen JH, An K, Dagron C, Jouffroy R, Jouven X, Cariou A, Baud F, Spaulding C, Hagege A, Danchin N, Carli P, Hutin A, Puymirat E. Coronary lesions in refractory out of hospital cardiac arrest (OHCA) treated by extra corporeal pulmonary resuscitation (ECPR). *Resuscitation.* 2018;126:154–159. doi: 10.1016/j.resuscitation.2017.12.017
24. Wang CH, Chou NK, Becker LB, Lin JW, Yu HY, Chi NH, Hunag SC, Ko WJ, Wang SS, Tseng LJ, Lin MH, Wu IH, Ma MH, Chen YS. Improved outcome of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest: a comparison with that for extracorporeal rescue for in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation.* 2014;85:1219–1224. doi:10.1016/j.resuscitation.2014.06.022
25. Sakamoto T, Morimura N, Nagao K, Asai Y, Yokota H, Nara S, Hase M, Tahara Y, Atsumi T; SAVE-J Study Group. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with out-of-hospital cardiac arrest: a prospective observational study. *Resuscitation.* 2014;85:762–768. doi: 10.1016/j.resuscitation.2014.01.031
26. Pozzi M, Koffel C, Armoiry X, Pavlakovic I, Neidecker J, Prieur C, Bonnefoy E, Robin J, Obadia JF. Extracorporeal life support for refractory out-of-hospital cardiac arrest: should we still fight for? A single-centre, 5-year experience. *Int J Cardiol.* 2016;204:70–76. doi: 10.1016/j.ijcard.2015. 165
27. Virkkunen I, Paasio L, Ruynonen S, Vuori A, Sajantila H, Yli-Hankala A, Silfvast T. Pulseless electrical activity and unsuccessful out-of-hospital resuscitation: what is the cause of death? *Resuscitation.* 2008;77:207–210. doi: 10.1016/j.resuscitation.2007.12.006
28. Noc M, Fajadet J, Lassen JF, Kala P, MacCarthy P, Olivecrona GK, Windecker S, Spaulding C; European Association for Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI); Stent for Life (SFL) Group. Invasive coronary treatment strategies for out-of-hospital cardiac arrest: a consensus statement from the European Association for Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI)/Stent For Life (SFL) groups. *EuroIntervention.* 2014;10:31–37. doi: 10.4244/EIJV10I1A7
29. Pleskot M, Hazukova R, Stritecka H, Cermakova E, Pudil R. Long-term prognosis after out-of-hospital cardiac arrest with/without ST elevation myocardial infarction. *Resuscitation.* 2009;80:795–804. doi:10.1016/j.resuscitation.2009.04.004
30. Garot P, Lefevre T, Eltchaninoff H, Morice MC, Tamion F, Abry B, Lesault PF, Le Tarnec JY, Pougès C, Margenet A, Monchi M, Laurent I, Dumas P, Garot J, Louvard Y. Six-month outcome of emergency percutaneous coronary intervention in resuscitated patients after cardiac arrest complicating ST-elevation myocardial infarction. *Circulation.* 2007;115:1354–1362. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.657619
31. Gorjup V, Radsel P, Kocjancic ST, Erzen D, Noc M. Acute ST-elevation myocardial infarction after successful cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation.* 2007;72:379–385. doi: 10.1016/j.resuscitation.2006.07.013
32. Hosmane VR, Mustafa NG, Reddy VK, Reese CL 4th, DiSabatino A, Kolm P, Hopkins JT, Weintraub WS, Rahman E. Survival and neurologic recovery in patients with ST-segment elevation myocardial infarction resuscitated from cardiac arrest. *J Am Coll Cardiol.* 2009;53:409–415. doi:10.1016/j.jacc.2008.08.076
33. Lettieri C, Savonitto S, De Servi S, Guagliumi G, Belli G, Repetto A, Piccaluga E, Politi A, Etti F, Castiglioni B, Fabbicchi F, De Cesare N, Sangiorgi G, Musumeci G, Onofri M, D’Urbano M, Pirelli S, Zanini R, Klugmann S; LombardIMA Study Group. Emergency percutaneous coronary intervention in patients with ST-elevation myocardial infarction complicated by

- out-of-hospital cardiac arrest: early and medium-term outcome. *Am Heart J*. 2009;157:569–575.e1. doi:10.1016/j.ahj.2008.10.018
34. Timmte III, Dragani T, Mangschau A, Jacobsen D, Auestad B, Sunde K. A comparison of intravascular and surface cooling techniques in comatose cardiac arrest survivors. *Crit Care Med*. 2011;39:443–449. doi:10.1097/CCM.0b013e318206b80f
35. Radsel P, Knafelj R, Kocjancic S, Noc M. Angiographic characteristics of coronary disease and postresuscitation electrocardiograms in patients with aborted cardiac arrest outside a hospital. *Am J Cardiol*. 2011;108:634–638. doi:10.1016/j.amjcard.2011.04.008
36. Mooney MR, Unger BT, Boland LL, Burke MN, Kebed KY, Graham KJ, Henry TD, Katsiyannis WT, Satterlee PA, Sendelbach S, Hodges JS, Parham WM. Therapeutic hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest: evaluation of a regional system to increase access to cooling. *Circulation*. 2011;124:206–214. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.110.986257
37. Bro-Jeppesen J, Kjaergaard J, Wanscher M, Pedersen F, Holmvang L, Lippert FK, Müller JE, Kumber L, Hassager C. Emergency coronary angiography in comatose cardiac arrest patients: do real-life experiences support the guidelines? *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2012;1:291–301. doi:10.1177/2048872612465588
38. Hollenbeck RD, McPherson JA, Mooney MR, Unger BT, Patel NC, Mc-Mullan PW Jr, Hsu CH, Seder DB, Kern KB. Early cardiac catheterization is associated with improved survival in comatose survivors of cardiac arrest without STEMI. *Resuscitation*. 2014;85:88–95. doi:10.1016/j.resuscitation.2013.07.027
39. Zanuttini D, Armellini I, Nucifora G, Carchietti E, Trillr G, Spedicato L, Bernardi G, Proclemer A. Impact of emergency coronary angiography on in-hospital outcome of unconscious survivors after out-of-hospital cardiac arrest. *Am J Cardiol*. 2012;110:1723–1728. doi:10.1016/j.amjcard.2012.08.006
40. Velders MA, van Boven N, Boden H, van der Hoeven BL, Heestermans AA, Jukema JW, de Jonge E, Kuiper MA, van Boven AJ, Hofma SH, Schalij MJ, Umans VA. Association between angiographic culprit lesion and out-of-hospital cardiac arrest in ST-elevation myocardial infarction patients. *Resuscitation*. 2013;84:1530–1535. doi:10.1016/j.resuscitation.2013.07.016
41. Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS, Allen M, Baskett PJ, Becker L, Bossaert L, Deloos HH, Dick WF, Eisenberg MS. Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the Utstein Style: a statement for health professionals from a task force of the American Heart Association, the European Resuscitation Council, the Heart and Stroke Foundation of Canada, and the Australian Resuscitation Council. *Circulation*. 1991;84:960–975.
42. Larsen JM, Ravkilde J. Acute coronary angiography in patients resuscitated from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2012;83:1427–1433. doi:10.1016/j.resuscitation.2012.08.337
43. Vyas A, Chan PS, Cram P, Nallamothu BK, McNally B, Girotra S. Early coronary angiography and survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Circ Cardiovasc Interv*. 2015;8:e002321. doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.114.002321
44. Millin MG, Comer AC, Nable JV, Johnston PV, Lawner BJ, Woltman N, Levy MJ, Seaman KG, Hirshon JM. Patients without ST elevation after return of spontaneous circulation may benefit from emergent percutaneous intervention: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2016;108:54–60. doi:10.1016/j.resuscitation.2016.09.004
45. Kragholm K, Malta Hansen C, Dupre ME, Xian Y, Strauss B, Tyson C, Monk L, Corbett C, Fordyce CB, Pearson DA, Fosbml EL, Jollis JG, Abella BS, McNally B, Granger CB. Direct transport to a percutaneous cardiac intervention center and outcomes in patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2017;10:e003414. doi:10.1161/CIRCOUTCOMES.116.003414
46. Ibanez B, James S, Agewall S, Antunes MJ, Bucciarelli-Ducci C, Bueno H, Caforio ALP, Crea F, Goudevenos JA, Halvorsen S, Hindricks G, Kastrati A, Lenzen MJ, Prescott E, Roffi M, Valgimigli M, Varenhorst C, Vranckx P, Widimskæ P; ESC Scientific Document Group. 2017 ESC guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: the Task Force for the Management of Acute Myocardial Infarction in Patients Presenting With ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2017;39:119–177. doi:10.1093/eurheartj/ehx393
47. O'Connor RE, Al Ali AS, Brady WJ, Ghaemmaghami CA, Menon V, Welsford M, Shuster M. Part 9: acute coronary syndromes: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*. 2015;132(suppl 2):S483–S500.
48. Bangalore S, Hochman JS. A routine invasive strategy for out-of-hospital cardiac arrest survivors: are we there yet? *Circ Cardiovasc Interv*. 2010;3:197–199. doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.110.957241
49. Anderson RD. Are we there yet? Should all comatose cardiac arrest survivors go to the cath lab? *JACC Cardiovasc Interv*. 2015;8:1041–1043. doi:10.1016/j.jcin.2015.05.004
50. Kudenchuk PJ. PCI after out-of-hospital cardiac arrest: does who, what or when matter? *Resuscitation*. 2015;97:A1–A2. doi:10.1016/j.resuscitation.2015.10.002
51. Lotun K, Kern KB. How much is enough... what more is needed? *Circ Cardiovasc Interv*. 2015;8:e003075. doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.00307
52. Brown DA, Dunn PM. Cyclic adenosine 3',5'-monophosphate and beta-effects in rat isolated superior cervical ganglia. *Br J Pharmacol*. 1983;79:441–449.
53. Bliss TV, Goddard GV, Riives M. Reduction of long-term potentiation in the dentate gyrus of the rat following selective depletion of monoamines. *J Physiol*. 1983;334:475–491.
54. Choi DW. Calcium: still center-stage in hypoxic-ischemic neuronal death. *Trends Neurosci*. 1995;18:58–60.
55. Cooper DM, Mons N, Karpen JW. Adenylyl cyclases and the interaction between calcium and cAMP signalling. *Nature*. 1995;374:421–424. doi:10.1038/374421a0
56. Craig AM, Blackstone CD, Haganir RL, Banker G. Selective clustering of glutamate and gamma-aminobutyric acid receptors opposite terminals releasing the corresponding neurotransmitters. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1994;91:12373–12377.
57. Castillo PE, Weisskopf MG, Nicoll RA. The role of Ca<sup>2+</sup> channels in hippocampal mossy fiber synaptic transmission and long-term potentiation. *Neuron*. 1994;12:261–269.
58. Cepeda C, Buchwald NA, Levine MS. Neuromodulatory actions of dopamine in the neostriatum are dependent upon the excitatory amino acid receptor subtypes activated. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1993;90:9576–9580.

59. Cabell L, Audesirk G. Effects of selective inhibition of protein kinase C, cyclic AMP-dependent protein kinase, and Ca(2+)-calmodulin-dependent protein kinase on neurite development in cultured rat hippocampal neurons. *Int J Dev Neurosci*. 1993;11:357–368.
60. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Olsufka M, Copass MK. Changing incidence of out-of-hospital ventricular fibrillation, 1980–2000. *JAMA*. 2002;288:3008–3013.
61. Granfeldt A, Wissenberg M, Hansen SM, Lippert FK, Lang-Jensen T, Hendriksen OM, Torp-Pedersen C, Christensen EF, Christiansen CF. Clinical predictors of shockable versus non-shockable rhythms in patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2016;108:40–47. doi:10.1016/j.resuscitation.2016.08.024
62. Reynolds JC, Callaway CW, El Khoudary SR, Moore CG, Alvarez RJ, Rittenberger JC. Coronary angiography predicts improved outcome following cardiac arrest: propensity-adjusted analysis. *J Intensive Care Med*. 2009;24:179–186. doi:10.1177/0885066609332725
63. Sideris G, Voicu S, Yannopoulos D, Dillinger JG, Adjedj J, Deye N, Gueye P, Manzo-Silberman S, Malissin I, Logeart D, Magkoutis N, Capan DD, Makhloufi S, Megarbane B, Vivien B, Cohen-Solal A, Payen D, Baud FJ, Henry P. Favourable 5-year postdischarge survival of comatose patients resuscitated from out-of-hospital cardiac arrest, managed with immediate coronary angiogram on admission. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2014;3:183–191. doi:10.1177/2048872614523348
64. Geri G, Dumas F, Bougouin W, Varenne O, Daviaud F, Pène F, Lamhaut L, Chiche JD, Spaulding C, Mira JP, Empana JP, Cariou A. Immediate percutaneous coronary intervention is associated with improved short- and long-term survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Circ Cardiovasc Interv*. 2015;8:e002303.
65. Borger van der Berg AE, Bax JJ, Boersma E, Bootsma M, van Erven L, van der Wall EE, Schalij MJ. Impact of percutaneous coronary intervention or coronary artery bypass grafting on outcome after nonfatal cardiac arrest outside the hospital. *Am J Cardiol*. 2003;91:785–789.
66. Keelan PC, Bunch TJ, White RD, Packer DL, Holmes DR Jr. Early direct coronary angioplasty in survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *Am J Cardiol*. 2003;91:1461–1463.
67. Quintero-Moran B, Moreno R, Villarreal S, Perez-Vizcayno MJ, Hernandez R, Conde C, Vazquez P, Alfonso F, Bacuelos C, Escaned J, Fernandez-Ortiz A, Azcona L, Macaya C. Percutaneous coronary intervention for cardiac arrest secondary to ST-elevation acute myocardial infarction: influence of immediate paramedical/medical assistance on clinical outcome. *J Invasive Cardiol*. 2006;18:269–272.
68. Richling N, Herkner H, Holzer M, Riedmueller E, Sterz F, Schreiber W. Thrombolytic therapy vs primary percutaneous intervention after ventricular fibrillation cardiac arrest due to acute ST-segment elevation myocardial infarction and its effect on outcome. *Am J Emerg Med*. 2007;25:545–550.
69. Marcushon E, Roguin A, Sebbag A, Aronson D, Dragu R, Amikam S, Boulus M, Grenadier E, Kerner A, Nikolsky E, Markiewicz W, Hammerman H, Kapeliovich M. Primary percutaneous coronary intervention after out-of-hospital cardiac arrest: patients and outcomes. *Isr Med Assoc J*. 2007;9:257–259.
70. Werling M, Thoren AB, Axelsson C, Herlitz J. Treatment and outcome in post-resuscitation care after out-of-hospital cardiac arrest when a modern therapeutic approach was introduced. *Resuscitation*. 2007;73:40–45.
71. Pleskot M, Babu A, Hazukova R, Stritecky J, Bis J, Matejka J, Cermakova E. Out-of-hospital cardiac arrests in patients with acute ST elevation myocardial infarctions in the East Bohemian region over the period 2002–2004. *Cardiology*. 2008;109:41–51.
72. Anyfantakis ZA, Baron G, Aubry P, Himbert D, Feldman LJ, Juliard JM, Ricard-Hibon A, Burnod A, Cokkinos DV, Steg PG. Acute coronary angiographic findings in survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *Am Heart J*. 2009;157:312–318.
73. Garcia S, Sandoval Y, Roukoz H, Adabag S, Canoniero M, Yannopoulos D, Brilakis ES. Outcomes after complete versus incomplete revascularization of patients with multivessel coronary artery disease: a metaanalysis of 89,883 patients enrolled in randomized clinical trials and observational studies. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62:1421–1431. doi:10.1016/j.jacc.2013.05.033
74. Mylotte D, Morice MC, Eltchaninoff H, Garot J, Louvard Y, Lefèvre T, Garot P. Primary percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction, resuscitated cardiac arrest, and cardiogenic shock: the role of primary multivessel revascularization. *JACC Cardiovasc Interv*. 2013;6:115–125. doi:10.1016/j.jcin.2012.10.006
75. O’Gara PT, Kushner FG, Ascheim DD, Casey DE Jr, Chung MK, de Lemos JA, Ettinger SM, Fang JC, Fesmire FM, Franklin BA, Granger CB, Krumholz HM, Linderbaum JA, Morrow DA, Newby LK, Ornato JP, Ou N, Radford MJ, Tamis-Holland JE, Tommaso CL, Tracy CM, Woo YJ, Zhao DX, Anderson JL, Jacobs AK, Halperin JL, Albert NM, Brindis RG, Creager MA, DeMets D, Guyton RA, Hochman JS, Kovacs RJ, Kushner FG, Ohman EM, Stevenson WG, Yancy CW; American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. 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. *Circulation*. 2013;127:e362–e425. doi:10.1161/CIR.0b013e3182742cf6
76. Spaite DW, Bobrow BJ, Stolz U, Berg RA, Sanders AB, Kern KB, Chikani V, Humble W, Mullins T, Stapczynski JS, Ewy GA; Arizona Cardiac Receiving Center Consortium. Statewide regionalization of postarrest care for out-of-hospital cardiac arrest: association with survival and neurologic outcome. *Ann Emerg Med*. 2014;64:496–506.e1. doi:10.1016/j.annemergmed.2014.05.028
77. Rea TD, Cook AJ, Stiell IG, Powell J, Bigham B, Callaway CW, Chugh S, Aufderheide TP, Morrison L, Terndrup TE, Beaudoin T, Wittwer L, Davis D, Idris A, Nichol G; Resuscitation Outcomes Consortium Investigators. Predicting survival after out-of-hospital cardiac arrest: role of the Utstein data elements. *Ann Emerg Med*. 2010;55:249–257. doi:10.1016/j.annemergmed.2009.09.018
78. Bobrow BJ, Spaite DW, Berg RA, Stolz U, Sanders AB, Kern KB, Vadeboncoeur TF, Clark LL, Gallagher JV, Stapczynski JS, LoVecchio F, Mullins TJ, Humble WO, Ewy GA. Chest compression-only CPR by lay rescuers and survival from out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2010;304:1447–1454. doi:10.1001/jama.2010.1392
79. Debaty G, Babaz V, Durand M, Gaide-Chevronnay L, Fournel E, Blancher M, Bouvaist H, Chavanon O, Maignan M, Bouzart P, Albaladejo P, Labarrière J. Prognostic factors for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation recipients following out-of-hospital refractory cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2017;112:1–10. doi:10.1016/j.resuscitation.2016.12.011

80. Reynolds JC, Rittenberger JC, Toma C, Callaway CW; Post Cardiac Arrest Service. Risk-adjusted outcome prediction with initial post-cardiac arrest illness severity: implications for cardiac arrest survivors being considered for early invasive strategy. *Resuscitation*. 2014;85:1232–1239. doi:10.1016/j.resuscitation.2014.05.037
81. Webb JG, Solankhi NK, Chugh SK, Amin H, Buller CE, Ricci DR, Humphries K, Penn IM, Carere R. Incidence, correlates, and outcome of cardiac arrest associated with percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol*. 2002;90:1252–1254.
82. Anderson HV, Shaw RE, Brindis RG, Hewitt K, Krone RJ, Block PC, McKay CR, Weintraub WS. A contemporary overview of percutaneous coronary interventions: the American College of Cardiology-National Cardiovascular Data Registry (ACC-NCDR). *J Am Coll Cardiol*. 2002;39:1096–1103.
83. Mehta RH, Harjai KJ, Grines L, Stone GW, Boura J, Cox D, O'Neill W, Grines CL; Primary Angioplasty in Myocardial Infarction Investigators. Sustained ventricular tachycardia or fibrillation in the cardiac catheterization laboratory among patients receiving primary percutaneous coronary intervention: incidence, predictors, and outcomes. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43:1765–1772.
84. Brennan JM, Curtis JP, Dai D, Fitzgerald S, Khandelwal AK, Spertus JA, Rao SV, Singh M, Shaw RE, Ho KK, Krone RJ, Weintraub WS, Weaver WD, Peterson ED; National Cardiovascular Data Registry. Enhanced mortality risk prediction with a focus on high-risk percutaneous coronary intervention: results from 1,208,137 procedures in the NCDR (National Cardiovascular Data Registry). *JACC Cardiovasc Interv*. 2013;6:790–799.
85. Wagner H, Terkelsen CJ, Friberg H, Harnek J, Kern K, Lassen JF, Olivecrona GK. Cardiac arrest in the catheterisation laboratory: a 5-year experience of using mechanical chest compressions to facilitate PCI during prolonged resuscitation efforts. *Resuscitation*. 2010;81:383–387. doi:10.1016/j.resuscitation.2009.11.006
86. Wagner H, Hardig BM, Rundgren M, Zughaft D, Harnek J, Guttberg M, Olivecrona GK. Mechanical chest compressions in the coronary catheterization laboratory to facilitate coronary intervention and survival in patients requiring prolonged resuscitation efforts. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016;24:4. doi: 10.1186/s13049-016-0198-3
87. Venturini JM, Retzer E, Estrada JR, Friant J, Beiser D, Edelson D, Paul J, Blair J, Nathan S, Shah AP. Mechanical chest compressions improve rate of return of spontaneous circulation and allow for initiation of percutaneous circulatory support during cardiac arrest in the cardiac catheterization laboratory. *Resuscitation*. 2017;115:56–60. doi: 10.1016/j.resuscitation.2017.03.037
88. Tuseth V, Salem M, Pettersen R, Grong K, Rotevatn S, Wentzel-Larsen T, Nordrehaug JE. Percutaneous left ventricular assist in ischemic cardiac arrest. *Crit Care Med*. 2009;37:1365–1372. doi:10.1097/CCM.0b013e31819c0642
89. Derwall M, Bröcken A, Bleilevens C, Ebeling A, Führ P, Rossaint R, Kern KB, Nix C, Fries M. Doubling survival and improving clinical outcomes using a left ventricular assist device instead of chest compressions for resuscitation after prolonged cardiac arrest: a large animal study. *Crit Care*. 2015;19:123. doi: 10.1186/s13054-015-0864-2
90. Shawl FA, Domanski MJ, Wish MH, Davis M, Punja S, Hernandez TJ. Emergency cardiopulmonary bypass support in patients with cardiac arrest in the catheterization laboratory. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1990;19:8–12.
91. Brown DF, Jaffer FA, Baker JN, Gurol ME. Case records of the Massachusetts General Hospital: case 28-2013: a 52-year-old man with cardiac arrest after an acute myocardial infarction. *N Engl J Med*. 2013;369:1047–1054. doi: 10.1056/NEJMcp1304164
92. Brooks SC, Anderson ML, Bruder E, Daya MR, Gaffney A, Otto CW, Singer AJ, Thiagarajan RR, Travers AH. Part 6: alternative techniques and ancillary devices for cardiopulmonary resuscitation: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*. 2015;132(suppl 2):S436–S443.
93. Lavonas EJ, Drennan IR, Gabrielli A, Heffner AC, Hoyte CO, Orkin AM, Sawyer KN, Donnino MW. Part 10: special circumstances of resuscitation: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care [published correction appears in *Circulation*. 2016;134:e122]. *Circulation*. 2015;132(suppl 2):S501–S518.
94. Tonna JE, Selzman CH, Mallin MP, Smith BR, Youngquist ST, Koliopoulou A, Welt F, Stoddard KD, Nirula R, Barton R, Fair JF 3rd, Fang JC, McKellar S. Development and implementation of a comprehensive, multidisciplinary emergency department extracorporeal membrane oxygenation program. *Ann Emerg Med*. 2017;70:32–40. doi:10.1016/j.annemergmed.2016.10.001
95. Extracorporeal Life Support Organization. ECLS Registry Report: International Summary. <https://www.elseo.org/>. Accessed May 2018.
96. Kagawa E, Dote K, Kato M, Sasaki S, Nakano Y, Kajikawa M, Higashi A, Itakura K, Sera A, Inoue I, Kawagoe T, Ishihara M, Shimatani Y, Kurisu S. Should we emergently revascularize occluded coronaries for cardiac arrest? Rapid-response extracorporeal membrane oxygenation and intraarrest percutaneous coronary intervention. *Circulation*. 2012;126:1605–1613. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.067538
97. Maekawa K, Tanno K, Hase M, Mori K, Asai Y. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin: a propensity-matched study and predictor analysis. *Crit Care Med*. 2013;41:1186–1196. doi: 10.1097/CCM.0b013e31827ca4c8
98. Lee JJ, Han SJ, Kim HS, Hong KS, Choi HH, Park KT, Seo JY, Lee TH, Kim HC, Kim S, Lee SH, Hwang SM, Ha SO. Out-of-hospital cardiac arrest patients treated with cardiopulmonary resuscitation using extracorporeal membrane oxygenation: focus on survival rate and neurologic outcome. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016;24:74. doi:10.1186/s13049-016-0266-8
99. Kim SJ, Jung JS, Park JH, Park JS, Hong YS, Lee SW. An optimal transition time to extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for predicting good neurological outcome in patients with out-of-hospital cardiac arrest: a propensity-matched study. *Crit Care*. 2014;18:535. doi:10.1186/s13054-014-0535-8
100. Avalli L, Maggioni E, Formica F, Redaelli G, Migliari M, Scanziani M, Celotti S, Coppo A, Caruso R, Ristagno G, Fumagalli R. Favourable survival of in-hospital compared to out-of-hospital refractory cardiac arrest patients treated with extracorporeal membrane oxygenation: an Italian tertiary care centre experience. *Resuscitation*. 2012;83:579–583. doi:10.1016/j.resuscitation.2011.10.013

101. Haneya A, Philipp A, Diez C, Schopka S, Bein T, Zimmermann M, Lubnow M, Luchner A, Agha A, Hilker M, Hirt S, Schmid C, Müller T. A 5-year experience with cardiopulmonary resuscitation using extracorporeal life support in non-postcardiotomy patients with cardiac arrest. *Resuscitation*. 2012;83:1331–1337. doi: 10.1016/j.resuscitation.2012.07.009
102. Johnson NJ, Acker M, Hsu CH, Desai N, Vallabhajosyula P, Lazar S, Horak J, Wald J, McCarthy F, Rame E, Gray K, Perman SM, Becker L, Cowie D, Grossestreuer A, Smith T, Gaieski DF. Extracorporeal life support as rescue strategy for out-of-hospital and emergency department cardiac arrest. *Resuscitation*. 2014;85:1527–1532. doi:10.1016/j.resuscitation.2014.08.028
103. Schober A, Sterz F, Herkner H, Wallmueller C, Weiser C, Hubner P, Testori C. Emergency extracorporeal life support and ongoing resuscitation: a retrospective comparison for refractory out-of-hospital cardiac arrest. *Emerg Med J*. 2017;34:277–281. doi: 10.1136/emermed-2015-205232
104. Leick J, Liebetrau C, Szardien S, Fischer-Rasokat U, Willmer M, van Linden A, Blumenstein J, Nef H, Rolf A, Arlt M, Walther T, Hamm C, Müllmann H. Door-to-implantation time of extracorporeal life support systems predicts mortality in patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Clin Res Cardiol*. 2013;102:661–669. doi: 10.1007/s00392-013-0580-3
105. Fjølner J, Greisen J, Juergensen MR, Terkelsen CJ, Ilkjaer LB, Hansen TM, Eiskjaer H, Christensen S, Gjedsted J. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation after out-of-hospital cardiac arrest in a Danish health region. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2017;61:176–185. doi: 10.1111/aas.12843
106. Lamhaut L, Hutin A, Puymirat E, Jouan J, Raphalen JH, Jouffroy R, Jaffry M, Dagron C, An K, Dumas F, Marijon E, Bougouin W, Tourtier JP, Baud F, Jouven X, Danchin N, Spaulding C, Carli P. A pre-hospital extracorporeal cardio pulmonary resuscitation (ECPR) strategy for treatment of refractory out hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis. *Resuscitation*. 2017;117:109–117.
107. Morrison LJ, Verbeek PR, Zhan C, Kiss A, Allan KS. Validation of a universal prehospital termination of resuscitation clinical prediction rule for advanced and basic life support providers. *Resuscitation*. 2009;80:324–328. doi: 10.1016/j.resuscitation.2008.11.014
108. Richman PB, Vadeboncoeur TF, Chikani V, Clark L, Bobrow BJ. Independent evaluation of an out-of-hospital termination of resuscitation (TOR) clinical decision rule. *Acad Emerg Med*. 2008;15:517–521. doi: 10.1111/j.1553-2712.2008.00110.x
109. Wengenmayer T, Rombach S, Ramshorn F, Biever P, Bode C, Duerschmied D, Staudacher DL. Influence of low-flow time on survival after extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (eCPR). *Crit Care*. 2017;21:157. doi: 10.1186/s13054-017-1744-8
110. Elmer J, Torres C, Aufderheide TP, Austin MA, Callaway CW, Golan E, Herren H, Jasti J, Kudenchuk PJ, Scales DC, Stub D, Richardson DK, Zive DM; Resuscitation Outcomes Consortium. Association of early withdrawal of life-sustaining therapy for perceived neurological prognosis with mortality after cardiac arrest. *Resuscitation*. 2016;102:127–135. doi:10.1016/j.resuscitation.2016.01.016
111. Callaway CW, Schmicker R, Kampmeyer M, Powell J, Rea TD, Daya MR, Aufderheide TP, Davis DP, Rittenberger JC, Idris AH, Nichol G; Resuscitation Outcomes Consortium (ROC) Investigators. Receiving hospital characteristics associated with survival after outof-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2010;81:524–529. doi:10.1016/j.resuscitation.2009.12.006
112. Callaway CW, Donnino MW, Fink EL, Geocadin RG, Golan E, Kern KB, Leary M, Meurer WJ, Peberdy MA, Thompson TM, Zimmerman JL. Part 8: post-cardiac arrest care: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*. 2015;132(suppl 2):S465–S482.
113. Sandroni C, D'Arrigo S, Callaway CW, Cariou A, Dragancea I, Taccone FS, Antonelli M. The rate of brain death and organ donation in patients resuscitated from cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2016;42:1661–1671. doi:10.1007/s00134-016-4549-3
114. Neumar RW, Nolan JP, Adrie C, Aibiki M, Berg RA, Böttiger BW, Callaway C, Clark RS, Geocadin RG, Jauch EC, Kern KB, Laurent I, Longstreth WT Jr, Merchant RM, Morley P, Morrison LJ, Nadkarni V, Peberdy MA, Rivers EP, Rodriguez-Nunez A, Sellke FW, Spaulding C, Sunde K, Vanden Hoek T. Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication: a consensus statement from the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, Australian and New Zealand Council on Resuscitation, European Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Council of Asia, and the Resuscitation Council of Southern Africa); the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; and the Stroke Council. *Circulation*. 2008;118:2452–2483. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.190652