

Внутриаортальная баллонная контрпульсация: современная доказательная база и нерешенные вопросы

Для корреспонденции:

Юлия Николаевна Неверова,
yuli4cka.n@yandex.ru

Поступила в редакцию 3 июня 2020 г.

Исправлена 14 августа 2020 г.

Принята к печати 24 августа 2020 г.

Цитировать:

Неверова Ю.Н., Головина Т.С., Тарасов Р.С.
Внутриаортальная баллонная контрпульсация: современная доказательная база и нерешенные вопросы. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2020;24(35):18-32.
<http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-35-18-32>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

ORCID ID

Ю.Н. Неверова, <https://orcid.org/0000-0001-7016-0518>

Т.С. Головина, <https://orcid.org/0000-0002-9007-9108>

Р.С. Тарасов, <https://orcid.org/0000-0003-3882-709X>

© Ю.Н. Неверова, Т.С. Головина, Р.С. Тарасов, 2020

Статья открытого доступа, распространяется по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Ю.Н. Неверова, Т.С. Головина, Р.С. Тарасов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация

В настоящем обзоре литературы приводится современная доказательная база о значении внутриаортальной баллонной контрпульсации в лечении пациентов в различных клинических ситуациях, включающих пациентов с острым коронарным синдромом, осложненным или не осложненным кардиогенным шоком, в сопровождении чрескожных коронарных вмешательств высокого риска, сопровождения больных, нуждающихся в аортокоронарном шунтировании, при различных состояниях, в качестве моста к принятию решения или лечению. С момента внедрения в клиническую практику внутриаортальная баллонная контрпульсация является самым распространенным методом гемодинамической поддержки у пациентов высокого риска. Классическая стратегия лечения острого инфаркта миокарда эволюционировала за последнее десятилетие от сценария тромболитика к сценарию первичной коронарной реваскуляризации, что повлекло за собой утяжеление когорты пациенты. Однако большинство специалистов не подтверждают рутинного использования внутриаортальной баллонной контрпульсации. Исследования показали, что применение внутриаортальной баллонной контрпульсации не привело к снижению 30-дневной смертности у пациентов с острым коронарным синдромом и кардиогенным шоком, получавших терапию со стратегией ранней реваскуляризации миокарда в качестве планируемой первичной цели. Целесообразность использования в качестве метода сопровождения чрескожного коронарного вмешательства высокого риска неоднозначна, при этом использование метода в качестве моста к хирургической реваскуляризации миокарда может быть оправданным и требует выполнения дальнейших исследований в данном направлении. В статье приводятся соответствующие разделы актуальных рекомендаций по лечению пациентов, результаты исследований, обсуждаются нерешенные вопросы.

Ключевые слова: внутриаортальная баллонная контрпульсация; кардиогенный шок; коронарное шунтирование; острый коронарный синдром без подъема сегмента ST; чрескожное коронарное вмешательство

Введение

Внутриаортальная баллонная контрпульсация (ВАБК) является наиболее изученным методом вспомогательного кровообращения, широко используемым как в кардиологии, так и кардиохирургии с целью коррекции дефицита коронарной перфузии и нарушений гемодинамики при развитии жизнеугрожающих осложнений и их предупреждения. С момента внедрения в клиническую практику ВАБК является самым распространенным методом гемодинамической поддержки у пациентов высокого риска [1]. Уменьшение постнагрузки, увеличение коронарного кровотока и улучшение субэндокардиальной перфузии являются основными физиологическими эффектами внутриаортальной баллонной контрпульсации [2].

Впервые метод контрпульсации для лечения левожелудочковой недостаточности описали R.H. Clauss с соавт. в 1958 г., а первые результаты клинического применения ВАБК продемонстрировали A. Kantrowitz и соавт. в 1968 г. [3–5].

Несмотря на то что ВАБК обеспечивает минимальную гемодинамическую поддержку, вклад которой может быть недостаточным при тяжелых формах кардиогенного шока, его применение продолжается у пациентов с остановкой сердечной деятельности или при выполнении ЧКВ (чрескожное коронарное вмешательство) с высоким риском кардиальных осложнений [6].

Внутриаортальная баллонная контрпульсация в лечении пациентов с кардиогенным шоком имеет значение, однако доказательная база данного метода механической поддержки кровообращения (МПК) неоднозначна с учетом ряда противоречий, обозначенных по результатам крупных исследований [7]. Не в полной мере изученным является вопрос о результатах применения ВАБК в качестве механической поддержки при ЧКВ с высоким риском кардиальных осложнений [8]. Кроме того, роль ВАБК в качестве метода лечения пациентов с острым коронарным синдромом (ОКС) без подъема сегмента ST без кардиогенного шока, в том числе в ситуациях, когда ВАБК применяется в качестве моста к принятию решения об оптимальном сценарии лечения, включая выполнение аортокоронарного шунтирования (АКШ), изучена весьма неполно [9].

Мы проанализировали информацию в базах данных Medline, Cochrane, а также на других связанных с ними веб-сайтах в режиме онлайн без ограничений по дате публикации или статусу публикации. Ключевые слова поиска: внутриаортальная баллонная контрпульсация, острый коронарный синдром, острый инфаркт миокарда, коронарная реваскуляризация, кардиогенный шок.

Цель — обзор современной доказательной базы о роли ВАБК в различных клинических ситуациях, включая кардиогенный шок, ЧКВ высокого риска и ОКС без подъема сегмента ST, а также случаи, когда ВАБК является мостом к принятию решения или методу лечения.

Внутриаортальная баллонная контрпульсация как метод поддержки кровообращения при кардиогенном шоке

Согласно данным регистров распространенность кардиогенного шока, осложняющего течение острого инфаркта миокарда (ОИМ), за последние десятилетия значимо не снизилась [10–12]. Кардиогенный шок развивается приблизительно у 6–10 % пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ОИМпST) и у 3 % пациентов с острым инфарктом миокарда без подъема сегмента ST (ОИМбпST), с летальностью более 50 %. За последнее десятилетие отмечено некоторое снижение госпитальной летальности от этого заболевания в ведущих клиниках до 33,1 и 40,8 % при ОИМ с подъемом сегмента ST и без него соответственно [13]. Достижение такого результата стало возможным при широком внедрении в практику стратегии максимально ранней реваскуляризации миокарда. У большинства пациентов (до 80 %) с ОКС с подъемом сегмента ST и кардиогенным шоком наблюдается многососудистое поражение коронарных артерий [14]. Согласно текущим рекомендациям, данным пациентам показана первичная реваскуляризация только инфаркт-связанной артерии (класс I уровень A в соответствии с рекомендациями ESC/EACTS по реваскуляризации миокарда 2018 г.) [15], но следует отметить, что исследования на эту тему имеют ограничения объема экстренной реваскуляризации у пациентов с ОИМпST и кардиогенным шоком остается под вопросом и требует дальнейшего изучения.

Превосходство ранней реваскуляризации методом ЧКВ или АКШ у больных ОИМпСТ и кардиогенным шоком обосновано в исследовании SHOCK (англ. SHowld we emergently revascularize Occluded Coronaries for cardiogenic shock) в 1999 г. [16] и нашло отражение в рекомендательных документах. Пациентам с кардиогенным шоком на фоне ОИМ с подъемом сегмента ST и без него показана экстренная реваскуляризация, независимо от задержки во времени от начала симптомов (IV в соответствии с рекомендациями Европейского общества кардиологов 2018 г. по реваскуляризации миокарда) [15].

Основным методом стабилизации гемодинамики в условиях кардиогенного шока является использование вазопрессорных и инотропных препаратов (IIbC в рекомендациях Европейского общества кардиологов по лечению ОИМпСТ 2017 г.) [17]. Накопленный опыт применения данных препаратов показывает, что они могут оказывать прямое токсическое действие на миокард, усугублять дисбаланс между потребностью миокарда в кислороде и его доставкой, а также иметь проаритмогенный эффект. Все это свидетельствует об их потенциально негативном влиянии на прогноз у пациентов с ОИМ и кардиогенным шоком [18]. Современной альтернативой инотропной терапии является применение методов механической поддержки кровообращения.

Широкое применение механическая поддержка кровообращения ВАБК приобрела к 2008 г. и была рекомендована в качестве рутинной методики для поддержания гемодинамики у пациентов с кардиогенным шоком (IC в соответствии с рекомендациями Европейского общества кардиологов по лечению ОИМпСТ 2008 г.) [9]. Внутриаортальная баллонная контрпульсация улучшает гемодинамические и метаболические показатели при кардиогенном шоке, однако подчеркивается существенное количество осложнений от данной инвазивной процедуры [19]. Ряд исследователей продемонстрировал снижение летальности при ВАБК у пациентов с ОКС с подъемом сегмента ST. Ниже представлены некоторые из них.

K.D. Sjauw с соавт. в 2009 г. провели систематический обзор, посвященный использованию ВАБК при ОИМпСТ, включающий 2 метаанализа [20]. Первый метаанализ посвящен 7 рандомизированным исследова-

ниям у 1 009 пациентов с ОИМпСТ без кардиогенного шока (табл. 1), а во втором использовались данные нерандомизированных исследований с 10 529 пациентами с ОИМпСТ с кардиогенным шоком. Первичной конечной точкой эффективности обоих метаанализов являлась смертность от всех причин через 30 дней. Вторичная конечная точка эффективности (фракция выброса левого желудочка) и безопасные конечные точки (инсульт и кровотечение) были оценены только в первом метаанализе рандомизированных исследований, поскольку нерандомизированные исследования об одинаковой регистрации этих конечных точек не сообщали. В этом метаанализе в подгруппе, получившей тромболизис на фоне поддержки ВАБК, отмечено снижение летальности в течение 30 дней на 18 % (95% доверительный интервал (ДИ), 16–20 %; $p < 0,0001$). И наоборот, у пациентов с первичным чрескожным коронарным вмешательством ВАБК была связана с 6%-м увеличением 30-дневной летальности (95% ДИ 3–10 %; $p < 0,0008$). Однако эти результаты были ограничены более высокими показателями реваскуляризации по сравнению с группой пациентов без поддержки внутриаортальной баллонной контрпульсацией [21].

В рекомендациях Европейского общества кардиологов по лечению ОИМпСТ 2008 г. с кардиогенным шоком применение ВАБК соответствует уровню доказательности IC. Следовательно, рекомендации о дополнительной терапии ВАБК требуют дальнейших исследований.

A. Bahekar с соавт. в 2012 г. провели метаанализ 16 когортных исследований, включивших 24 541 пациентов с ОИМ, осложненным кардиогенным шоком, и показали статистически значимое снижение смертности (отношение шансов (ОШ) 0,72; 95% ДИ 0,60–0,86; $p < 0004$) при использовании ВАБК, однако внутрибольничная смертность пациентов с ОИМ, осложненным кардиогенным шоком и без него, статистически не отличалась в группе ВАБК по сравнению с группой без ВАБК (ОШ 1,11; 95% ДИ 0,69–1,78; $p = 0,67$) [27]. Представленный X.R. Zhang с соавт. в 2013 г. систематический обзор включал 13 рандомизированных клинических исследований 1 958 пациентов с ОИМ и показал, что терапия ВАБК эффективна в снижении летальности от ОИМ, особенно у пациентов с кардиогенным шоком (сниже-

Табл. 1. Краткое изложение исследований о внутриаортальной баллонной контрпульсации у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST без кардиогенного шока

Исследование, год	Характеристика групп	30-дневная летальность	Методы	Результаты
Е.А. Arias с соавт. [22], 2005	Группа 1: + ВАБК (n = 31); группа 2: - ВАБК (n = 9); переход из группы 2 в группу 1: 11; критерии перехода: критическое заболевание и отсутствие реакции на вазопрессоры	10 из 31 (32 %) в группе 1 и 5 из 9 (56 %) в группе 2 (ОШ 0,38; 95% ДИ 0,08–1,00)	Параллельное одноцентровое рандомизированное клиническое исследование двух групп (инотропные препараты + ВАБК в сравнении с инотропными препаратами)	Объединенные рандомизированные данные не подтвердили эффективность ВАБК у пациентов с ОИМпST без кардиогенного шока. ВАБК не продемонстрировала улучшения 30-дневной выживаемости или фракции выброса левого желудочка
D. Burkhoff с соавт. [23], 2006	Включено 42 пациента; рандомизировано 33 пациента; группа 1: + ВАБК (n = 14) с ОИМ (n = 10); группа 2: - ВАБК (n = 19) с ОИМ (n = 11); переход из группы 1 в группу 2: 4; переход из группы 2 в группу 1: 0	4 из 10 (40 %) в группе 1 и 4 из 11 (36 %) в группе 2 (ОШ 1,17; 95% ДИ 0,20–6,80)	Параллельное многоцентровое рандомизированное клиническое исследование двух групп (ВАБК против TandemHeart)	ВАБК связана с увеличением частоты инсультов на 2 % (95% ДИ 0–4 %; p = 0,03) и увеличением частоты кровотечений на 6 % (95% ДИ 1–11 %; p = 0,02)
Е.М. Ohman с соавт. [24], 2005	Включено 57 пациентов, 22 пациента с кардиогенным шоком; группа 1: + ВАБК (n = 30) с кардиогенным шоком (n = 12) группа 2: - ВАБК (n = 27) с кардиогенным шоком (n = 10); переход группы 2 на ВАБК: 3 из 10 с переходом в кардиогенный шок; критерии для перехода на ВАБК: экстренное ВАБК (по усмотрению врача)	6 из 12 (50 %) в группе 1 и 6 из 10 (60 %) в группе 2 (ОШ 0,67; 95% ДИ 0,12–3,64)	Параллельное многоцентровое рандомизированное клиническое исследование двух групп (фибринолиз + ВАБК в сравнении с фибринолизом)	
R. Prondzinsky с соавт. [25], 2018	Включено 50 пациентов; группа 1: + ВАБК (n = 23); группа 2: - ВАБК (n = 22); переход из группы 2 к ВАБК: 1; критерии перехода: нет предварительно запланированного перехода; 5 пациентов исключены из анализа	6 из 19 (32 %) в группе 1 и 5 из 21 в группе 2 (24 %) (ОШ 1,48; 95% ДИ 0,37–5,96)	Параллельное одноцентровое рандомизированное клиническое исследование двух групп (стандарт + ВАБК по сравнению со стандартом), подвергающихся ЧКВ	
M. Seyfarth с соавт. [26], 2008	Включено 26 пациентов; группа 1: + ВАБК (n = 13); группа 2: - ВАБК (n = 13); 1 смерть в группе 2 перед имплантацией ВАБК	6 из 13 (46 %) в группе 1 и 6 из 13 (46 %) в группе 2 (ОШ 1,00, 95% ДИ 0,21–4,67)	Параллельное двухцентровое рандомизированное клиническое исследование двух групп (ВАБК против Impella LP2.5 (Abiomed Europe GmbH, Аахен, Германия))	
H. Thiele с соавт. [19], 2007	Включено 42 пациента; группа 1: + ВАБК (n = 20); группа 2: - ВАБК (n = 21); 1 пациент с быстрым улучшением гемодинамики не получал устройство желудочковой поддержки (группа 2)	9 из 20 (45 %) в группе 1 и 9 из 21 (43 %) в группе 2 (ОШ 1,09; 95% ДИ 0,32–3,75)	Параллельное одноцентровое рандомизированное клиническое исследование двух групп (ВАБК против TandemHeart), подвергающихся ЧКВ в качестве варианта лечения первой линии	
H. Thiele с соавт. [7], 2012	Включено 600 пациентов; группа 1: + ВАБК (n = 301); группа 2: - ВАБК (n = 299)	119 из 300 (40 %) в группе 1 и 123 из 298 (41 %) в группе 2 (ОШ 0,94; 95% ДИ 0,67–1,30)	Параллельное многоцентровое рандомизированное клиническое исследование двух групп (стандарт + ВАБК против стандарта), подвергающихся ранней реваскуляризации (ЧКВ или АКШ) и оптимальной медикаментозной терапии	

Примечание. АКШ — аортокоронарное шунтирование; ВАБК — внутриаортальная баллонная контрпульсация, ДИ — доверительный интервал; ОИМпST — острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST; ОШ — отношение шансов; ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство.

ние 30-дневной летальности на 35 % (ОШ 0,65; 95% ДИ 0,44–0,97; $p = 0,04$) [28].

Реваскуляризация при помощи АКШ, в том числе с поддержкой ВАБК, у больных при осложненном течении ОИМ (острый отек легких, требующий искусственной вентиляции легких, остановка сердца), по мнению Т. Colombo с соавт., является целесообразной, хотя и имеет высокий перипроцедурный риск, который компенсируется удовлетворительной поздней выживаемостью. Заключение авторов основано на результатах обследования 237 пациентов, которым выполнено экстренное АКШ по поводу осложненного острого инфаркта миокарда. При поступлении у 82 пациентов (34,6 %) был кардиогенный шок, а у 124 пациентов (52,3 %) были представлены такие осложнения, как острый отек легких, требующий искусственной вентиляции легких, или остановка сердца с реанимационными мероприятиями. С целью предоперационной подготовки ВАБК выполнена 125 пациентам (52,7 %). Средний временной интервал между появлением первых симптомов и операцией составил 9,4 ч. Выживаемость пациентов с кардиогенным шоком, оперированных и затем выписанных, по данным этих авторов, составляет 98,8 % через 1 год и 81,2 % через 5 лет [29].

F. Romeo с соавт. в 2013 г. на основании 17 исследований (3 рандомизированных клинических и 14 наблюдательных) с участием 407 пациентов с ОИМ и кардиогенным шоком показали, что поддержка ВАБК эффективна только у пациентов с тромболитической терапией (снижение летальности на 23 %, 95% ДИ 13–32) и ассоциируется со значительным увеличением госпитальной летальности на 18 % (95% ДИ 4–34) у пациентов, подвергшихся первичному чрескожному коронарному вмешательству [30]. Однако доказательный уровень этих исследований невелик.

В ходе 7 исследований (Кохрейновский систематический обзор) с общим количеством пациентов с ОИМ и кардиогенным шоком 790 человек не получено статистически достоверных данных в пользу внутриаортальной баллонной контрпульсации. Из этих исследований 6 были слишком малы, чтобы быть достаточно мощными и оценить полезные или вредные эффекты поддержки ВАБК, помимо первоначальных улучшений гемодинамики [31]. Исследование Н. Thiele с соавт. позволило обнаружить разницу 12 % в 30-дневных показателях выживаемости, зарегистрированных в реестрах и метаанализах

(ОШ 0,94; 95% ДИ 0,67–1,30). Таким образом, в этих исследованиях не получены данные о статически значимом снижении летальности у пациентов с ОИМ и кардиогенным шоком при применении ВАБК, но отмечено увеличение частоты кровотечений при использовании данного метода механической поддержки кровообращения (95% ДИ 1–11; $p = 0,02$).

Снижение класса рекомендаций для применения ВАБК при кардиогенном шоке до класса IIIb (вред от данного метода лечения при рутинном использовании) произошло после публикации результатов рандомизированного исследования IABP SHOCK II в 2012 г. [32]. Согласно результатам данного исследования 30-дневная летальность от всех причин в группах ВАБК и стандартной терапии (без ВАБК) достоверно не отличались. Но особенности дизайна и характеристики включенных больных ставят под сомнение достоверность результатов. В частности, гемодинамические и клинические критерии кардиогенного шока не соответствовали классическому определению. У выживших показатели качества жизни, включая мобильность, уход за собой, обычные занятия, боль или дискомфорт, а также тревогу или депрессию, существенно не различались между исследованными группами. Более того, 10 % пациентов перешли из контрольной группы в группу ВАБК, что также могло оказать влияние на результаты.

Европейское кардиологическое исследование ЧКВ [33] и немецкий реестр ALKK-PCI [34] также не выявили положительных эффектов ВАБК у пациентов с кардиогенным шоком, подвергшихся чрескожному коронарному вмешательству (табл. 2).

Таким образом, большинство метаанализов не продемонстрировало пользу от применения ВАБК, но было показано, что ее применение оказывает положительное влияние на гемодинамические параметры, такие как сердечный индекс, среднее артериальное давление и давление заклинивания в легочном капилляре [4; 32]. Высказано предположение, о целесообразности использования ВАБК у пациентов с тяжелым нарушением гемодинамики. Однако улучшение гемодинамического статуса не всегда приводит к улучшению результатов и выживаемости.

Европейское кардиологическое общество (рекомендации 2014 и 2017 г.) не рекомендует рутинное применение ВАБК у всех пациентов с кардиогенным шоком, более того, отсутствуют доказательства по-

Табл. 2. Характеристика исследований о применении внутриоральной баллонной контрпульсации у пациентов с острым инфарктом миокарда

Исследование, год	Характеристика групп	Методы	Результаты
U. Zeumer с соавт. [33], 2011	Включено 47 477 пациентов, ЧКВ. Из них 8 102 имели ОИМпСТ и 7 999 ОИМбпСТ. Кардиогенный шок у 7,9 и 2,1 % соответственно. Из 653 пациентов с кардиогенным шоком 25 % получали ВАБК. Внутрибольничная смертность: 56,9 % с ВАБК и 36,1 % без ВАБК	Многоцентровое исследование (ОШ 1,47; 95% ДИ 0,97–2,21, $p = 0,07$)	ВАБК не связана с улучшением выживаемости. Необходимо большее рандомизированное клиническое исследование, чтобы определить роль ВАБК у пациентов с ЧКВ при шоке
U. Zeumer с соавт. [34], 2013	Включено 55 008 пациентов с ОКС, перенесших ЧКВ; 22 039 имели ОИМпСТ и 32 969 имели ОИМбпСТ; кардиогенный шок у 1 435 (6,5 %) и 478 (1,4 %) соответственно. Из 1 913 пациентов с кардиогенным шоком 487 (25,5 %) получали ВАБК. Внутрибольничная смертность: 43,5 % с ВАБК и 37,4 % без ВАБК	Реестр ALKK-PCI (многоцентровое исследование) (ОШ 1,45; 95% ДИ 1,15–1,84)	Необходимо большее рандомизированное клиническое исследование, чтобы определить роль ВАБК у пациентов с ЧКВ при шоке

Примечание. ОИМпСТ — острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST; ОИМбпСТ — острый инфаркт миокарда без подъема сегмента ST; ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство; ВАБК — внутриоральная баллонная контрпульсация; ДИ — доверительный интервал; ОШ — отношение шансов.

ложительного влияния ВАБК на клинические исходы у пациентов с ИМ и кардиогенным шоком (IIIb в соответствии с рекомендациями Европейского общества кардиологов по лечению ОИМпСТ 2017 г. [17]). В США класс рекомендаций для ВАБК при кардиогенном шоке и ОИМпСТ был снижен с I до IIa [35]. Таким образом, на протяжении последних лет произошел существенный пересмотр значения ВАБК у пациентов с ОИМ, осложненным кардиогенным шоком: от рекомендаций к рутинному применению до демонстрации вреда от него. Международные профессиональные сообщества по данному вопросу менее категоричны. Рутинное применение ВАБК при кардиогенном шоке не рекомендуется, в то же время признается возможность положительно влиять на показатели гемодинамики и в ряде ситуаций улучшать выживаемость больных. Между тем, не вызывает никаких сомнений факт, что первостепенную роль по влиянию на ближайшую и отдаленную выживаемость пациентов с ОИМ и кардиогенным шоком имеет реваскуляризация миокарда и срок ее выполнения.

Внутриоральная баллонная контрпульсация как метод поддержки кровообращения при чрескожном коронарном вмешательстве высокого риска

В абсолютном большинстве случаев у пациентов со стабильными формами ишемической болезни сердца и ОКС существует возможность выбора оптимальной стратегии реваскуляризации между ЧКВ и аортокоронарным шунтированием. Однако в ряде случаев ни ЧКВ, ни АКШ не рассматриваются в каче-

стве доступного метода лечения вследствие крайне высокого риска осложнений и/или невозможности технической реализации данных методов [8]. Пожалуй, единственной возможностью выполнить пациентам реваскуляризацию миокарда и повлиять на показатели выживаемости в подобных ситуациях является ЧКВ с высоким риском коронарных осложнений в условиях механической поддержки кровообращения. Данная стратегия может позволить минимизировать риск неблагоприятного исхода за счет снижения частоты развития гемодинамических расстройств и нарушения коронарного кровотока при чрескожном коронарном вмешательстве.

Использование устройств МПК при ЧКВ высокого риска изучалось в нескольких рандомизированных клинических исследованиях. Нет единого определения ЧКВ с высоким риском коронарных осложнений, но основные факторы, которые способствуют повышенному риску во время ЧКВ, четко определены в современном консенсусе экспертов (2015 SCAI/ACC/HFSA/STS Clinical Expert Consensus Statement) и могут быть классифицированы на три основные группы: 1) особенности пациента (возраст, фракция выброса левого желудочка, инфаркт миокарда в анамнезе, почечная недостаточность, мультифокальный атеросклероз, сахарный диабет); 2) связанные с анатомией поражения коронарных артерий (многососудистое поражение, стеноз ствола левой коронарной артерии, стеноз венозного шунта, технически сложные поражения); 3) факторы, связанные с течением заболевания (ОКС, кардиогенный шок). Соответственно, чем больше факторов риска

неблагоприятного исхода, тем опаснее чрескожное коронарное вмешательство. Технически сложное стентирование сосуда, кровоснабжающего большой объем миокарда, на фоне низкой фракции выброса, тяжелого коморбидного фона и ОКС является опасной процедурой и в ряде случаев требует применения различного вида устройств механической поддержки кровообращения. Калькуляторов риска, специально предназначенных для оценки необходимости МПК во время ЧКВ, не существует. В этой связи в рутинной клинической практике решение о применении МПК при ЧКВ с высоким риском кардиальных осложнений принимается индивидуально кардиокомандой конкретного учреждения.

Идеального метода МПК для конкретной клинической ситуации пока не найдено, в связи с этим особый интерес представляют крупные рандомизированные клинические исследования, сравнивающие различные виды МПК при ЧКВ с высоким риском кардиальных осложнений. В ходе исследования PROTECT II сравнивалась эффективность применения Impella 2.5 ($n = 226$) и ВАБК ($n = 226$) при ЧКВ с высоким риском кардиальных осложнений. Не выявлено значимых отличий в 30-дневной летальности (35,1 (Impella) против 40,1 % (ВАБК), $p = 0,277$), но отмечена лучшая гемодинамическая стабильность в группе Impella. В более отдаленные сроки (90 дней) в группе Impella выявлено значимое снижение неблагоприятных событий. По мнению ряда авторов, потенциальный механизм отсроченного положительного эффекта Impella обусловлен лучшей гемодинамической поддержкой во время ЧКВ, что позволяет добиться более полной реваскуляризации [36; 37].

D.M. Ouweneel с соавт. [38] сравнил устройство Impella CP и ВАБК у 48 пациентов с ОКС с подъемом сегмента ST, осложненным кардиогенным шоком, до чрескожного коронарного вмешательства. Летальность от всех причин через 30 дней и 6 мес. была одинаковой в обеих группах (46 против 50 %, $p = 0,92$, и 50 против 50 %, $p = 0,92$), в то же время использование Impella CP было связано с более серьезными кровотечениями (8 и 2 пациента соответственно). В небольшом исследовании D. Burkhoff и соавт. рандомизировали 33 пациента, которым были установлены ВАБК или TandemHeart в течение 24 ч от развития кардиогенного шока. Устройство TandemHeart связано с большим увеличением сердечного индекса и сни-

жением давления заклинивания в легочных капиллярах, по сравнению с ВАБК, но разницы в осложнениях или 30-дневной летальности не было. Низкая статистическая мощность из-за небольшого числа данных не позволила сделать окончательные выводы [32].

Важным аспектом, связанным с эффективностью ВАБК, является своевременность начала использования данного метода механической поддержки кровообращения. В исследовании M. Abdel-Wahab с соавт. показано [35], что у пациентов с кардиогенным шоком, подвергшихся ЧКВ с предварительной установкой ВАБК, отмечались более благоприятный исход и более низкая внутрибольничная летальность, чем у пациентов, получивших ВАБК после чрескожного коронарного вмешательства. По данным этих же авторов, на основании многофакторного анализа только почечная недостаточность (ОШ 15,2; 95% ДИ 3,13–73,66) и начало ВАБК после ЧКВ (ОШ 5,2; 95% ДИ 1,09–24,76) являются независимыми предикторами внутрибольничной летальности.

Превентивная роль МПК при ЧКВ с высоким риском кардиальных осложнений у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца до конца не установлена. В ходе проспективного многоцентрового рандомизированного клинического исследования BCIS-1 показано, что профилактическое использование ВАБК при плановых ЧКВ с высоким риском кардиальных осложнений не имеет преимуществ. Не выявлено значимых различий в частоте неблагоприятных кардиоваскулярных событий между исследованными группами ($p = 0,85$). Разницы во вторичных конечных точках спустя 6 мес. также не было [39]. Тем не менее профилактическое использование ВАБК позволило снизить частоту осложнений во время ЧКВ (1,3 против 10,7 %, $p < 0,001$). Аналогичные данные получены и в рандомизированном клиническом исследовании CRISP-AMI, согласно которому при ВАБК для первичного ЧКВ при ОКС с подъемом сегмента ST без кардиогенного шока приводит к уменьшению зоны инфаркта миокарда [6; 40].

Однако, несмотря на возможные преимущества использования ВАБК, данная стратегия не лишена и недостатков. Показано, что, несмотря на широкое применение ВАБК в клинической практике, данный вид МПК не снижал летальность у пациентов с кардиогенным шоком или при ЧКВ с высоким риском

Табл. 3. Сравнительная характеристика исследований эффективности и безопасности внутриоральной баллонной контрпульсации с чрескожными вспомогательными устройствами для левого желудочка

Показатель		H. Thiele с соавт.[19]	D. Burkhoff с соавт. [23]	M. Seyfarth с соавт. [26]
Чрескожное вспомогательное устройство для левого желудочка, n		TandemHeart, 21	TandemHeart, 19	Impella LP2.5, 13
Контроль (ВАБК), n		20	14	13
Общее количество пациентов, n		41	33	26
30-дневная смертность, n (%)	вспомогательное устройство для левого желудочка	9 (43)	9 (47)	6(46)
	ВАБК	9 (45)	5 (36)	6(46)
Ишемия ног, n (%)	вспомогательное устройство для левого желудочка	7 (33)	4 (21)	1(8)
	ВАБК	0 (0)	2 (14)	0 (0)
Кровотечение, n (%), p < 0,01	вспомогательное устройство для левого желудочка	19 (90)	8 (42)	нет данных
	ВАБК	8 (40)	2 (14)	

Примечание. ВАБК — внутриоральная баллонная контрпульсация.

кардиальных осложнений, за исключением пациентов с ОИМпST после тромболизиса [30].

В систематическом обзоре J.M. Cheng с соавт., включающем метаанализ трех исследований, сравнивающих безопасность и эффективность ВАБК с чрескожными вспомогательными устройствами для левого желудочка у пациентов, которым выполнялось ЧКВ при ОИМ, показало, что хотя использование чрескожного вспомогательного устройства для левого желудочка приводило к лучшему гемодинамическому профилю, по сравнению с ВАБК, это не привело к улучшению 30-дневной выживаемости (ОШ 1,06; 95% ДИ 0,68–1,66, p = 0,80). Кроме этого, пациенты, получавшие вспомогательное устройство для левого желудочка, имели более высокую частоту ишемии нижних конечностей и кровотечений, связанных с устройством [41] (табл. 3).

Стандартной терапией ОКС с подъемом сегмента ST является выполнение максимально быстрой реперфузии миокарда посредством первичного чрескожного коронарного вмешательства. Однако известно, что примерно у одной трети пациентов не достигается эффективная реперфузия, кроме того, реперфузия может вызвать повреждение миокарда и жизнеугрожающие желудочковые аритмии. С другой стороны, ВАБК не улучшает исходы кардиогенного шока при инфаркте миокарда с подъемом сегмента ST. Таким образом, краткосрочное использование устройств МПК может быть полезным в качестве спасительного подхода для стабилизации состояния

пациентов и сохранения нормальной перфузии жизненно важных органов в остром периоде инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST [1; 35].

Таким образом, нередко единственной возможностью выполнить пациентам реваскуляризацию миокарда, не подходящим для стандартных ЧКВ и АКШ, и повлиять на показатели выживаемости, является ЧКВ с высоким риском кардиальных осложнений в условиях механической поддержки кровообращения. Тем не менее с учетом крайней гетерогенности этой группы и недостаточной доказательной базы не представляется возможным сделать окончательных выводов о значении метода МПК в конкретной ситуации.

Значение внутриоральной баллонной контрпульсации в лечении пациентов с острым коронарным синдромом без кардиогенного шока

Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов по реваскуляризации при ОКС 2015 г., применение ВАБК в отсутствие кардиогенного шока должно быть кратковременным [42]. В последнее время на основании накопленного опыта применения ВАБК отмечается рост его превентивного использования в различных ситуациях у пациентов со стабильной гемодинамикой. Исследований о целесообразности применения ВАБК у пациентов без кардиогенного шока в литературе немного.

В частности, M. Mahmoudi с соавт. доказывают в исследовании, что применение ВАБК у пациентов с ОКС

с подъемом сегмента ST без кардиогенного шока не приводит к снижению госпитальной летальности [40]. Они наблюдали группу из 605 пациентов с острым передним ОИМпST без кардиогенного шока, которым было выполнено чрескожное коронарное вмешательство. Сравнивались группы ЧКВ с ВАБК ($n = 105$) и ЧКВ без ВАБК ($n = 500$). Исключались пациенты со стабильной стенокардией, нестабильной стенокардией, ИМ другой локализации, кардиогенным шоком. Две группы были сопоставимы, хотя фракция выброса левого желудочка была достоверно ниже у пациентов в группе ВАБК ($0,32 \pm 0,11$ против $0,39 \pm 0,12$; $p = 0,012$). Количество госпитальных осложнений в группе ВАБК было больше ($5,6$ против $0,0$ %; $p = 0,012$), как и крупных кровотечений (10 против 0 %; $p = 0,001$), требующих гемотрансфузию ($14,9$ против $2,9$ %; $p = 0,001$).

Рандомизированные клинические исследования, в которых анализировался эффект ВАБК у больных ОКС без подъема сегмента ST высокого риска без кардиогенного шока и сахарным диабетом, проводились в основном в 1996–2005 гг., и эффективность ВАБК в них убедительно не доказана [24; 43]. В соответствии с результатами отдельных исследований, не продемонстрировано существенное снижение летальности и у пациентов с ОКС с подъемом сегмента ST при использовании ВАБК, независимо от вида реперфузионной терапии. Кроме того, не отмечено существенного влияния на фракцию выброса левого желудочка, рецидивирующую ишемию или повторный инфаркт миокарда. В частности, применение ВАБК было связано со значительным увеличением частоты инсультов и более высокой частотой крупных кровотечений [20; 44]. С учетом данных в литературе, использование ВАБК при ОКС без кардиогенного шока не рекомендуется.

Таким образом, с одной стороны, можно отметить дефицит исследований, оценивающих применение ВАБК у пациентов с ОКС без кардиогенного шока, с другой — данные свидетельствуют скорее об отсутствии пользы или даже о вреде от ВАБК в данной группе пациентов.

Внутриаортальная баллонная контрпульсация как мост к коронарной реваскуляризации

В современной литературе существуют указания на целесообразность применения ВАБК в случаях тяжелой ишемии миокарда, включая опцию со-

провождения эндоваскулярных и хирургических методов лечения больных ОКС, между тем данный раздел лишь в небольшой степени освещен в крупных исследованиях. Так, практически неизученным остается такой важный аспект, как применение ВАБК в качестве моста к операции АКШ в группе пациентов с ОКС без подъема сегмента ST высокого риска в случаях, когда ЧКВ не может быть выполнено эффективно или нецелесообразно.

Внутриаортальная баллонная контрпульсация может применяться для поддержки кровообращения перед хирургической коррекцией у пациентов с острой ишемией миокарда или ИМ до, во время или после чрескожной или хирургической реваскуляризации. Использование ВАБК в данных ситуациях направлено на улучшение перфузии миокарда и снижение постнагрузки. Гемодинамические изменения касаются и увеличения сердечного выброса, повышения диастолического и среднего артериального давления, снижения системного сосудистого сопротивления [44]. К 2008 г. ВАБК стал самым широко применяемым устройством для МПК и рекомендовался в качестве рутинной методики для поддержания гемодинамики у пациентов, которым требуется АКШ (IC в соответствии с рекомендациями Европейского общества кардиологов по лечению ОИМпST 2008 г.) [9].

Очевидно поэтому имеется большое количество исследований того времени, когда сравнивали пациентов, подвергающихся АКШ с профилактической установкой ВАБК до операции. В частности, G. Santarpino и соавт. в исследовании сравнивали пациентов двух групп: с EuroSCORE более 12 и EuroSCORE менее 5 (промежуточные значения 6–11 исключались). Внутриаортальная баллонная контрпульсация применялась у пациентов с фракцией выброса левого желудочка ≤ 30 %, стенозом ствола левой коронарной артерии более 90 %, хронической окклюзией трех коронарных артерий, субтотальным стенозом (> 90 %) проксимальной части левой передней нисходящей коронарной артерии (до первой септальной или диагональной ветви), проксимальным стенозом (> 90 %) доминирующей правой коронарной артерии, с нестабильной стенокардией, несмотря на внутривенное введение нитратов и гепарина, ИМ или после неудачного чрескожного коронарного вмешательства [45]. Предоперационное использование ВАБК снижало риск основных неблагоприятных кардиоваскулярных

событий у пациентов высокого риска, перенесших аортокоронарное шунтирование. При этом кратко- и долгосрочные результаты применения ВАБК в группе пациентов высокого риска ишемических осложнений были аналогичными по сравнению с пациентами низкого риска ишемических осложнений, оперированных без внутриаортальной баллонной контрпульсации.

В.В. Резван с соавт. показали результаты успешного длительного применения ВАБК для стабилизации состояния пациентов с ОКС, подвергшихся в последующем реваскуляризации миокарда [46]. У пациентов с ОКС и некупирующимися ангинозными болями, нестабильной гемодинамикой и сердечной недостаточностью ВАБК может рассматриваться как метод выбора для стабилизации параметров кровообращения. Применение ВАБК возможно как перед ангиопластикой для стабилизации состояния пациентов, так и во время операции. При адекватном клиническом и лабораторном контроле длительное проведение ВАБК (до 8 сут. на фоне тройной антитромботической терапии (фондапаринукс, тикагрелор, ацетилсалициловая кислота)) не вызывает значимого числа ишемических и геморрагических осложнений. Тем не менее не стоит забывать об ассоциированных с ВАБК осложнениях. Е.В. Григорьев с соавт. отметили, что у 17,9 % пациентов развилась критическая ишемия конечности, потребовавшая экстренного удаления системы внутриаортальной баллонной контрпульсации [47]. Эти авторы указывают на принятую в клинике методику превентивной установки ВАБК при прогрессирующей стенокардии, стволых поражениях более 75 %.

А. Zangrillo с соавт. провели метаанализ 8 рандомизированных исследований, показавший эффективность предоперационной ВАБК (рандомизировано 625 пациентов с ишемической болезнью сердца высокого риска (312 в группу ВАБК и 313 в контрольную группу)) [48]. При одном из признаков пациенты определялись как имеющие высокий риск: фракция выброса левого желудочка < 40 %, стеноз ствола левой коронарной артерии ≥ 70 %, повторная операция, нестабильная стенокардия, несмотря на лечение, недавний ОИМ или гипертрофия левого желудочка у пациентов с ишемической болезнью сердца, перенесших шунтирование коронарной артерии. Отмече-

но снижение риска общей смертности (11 из 312 (3,5 %) в группе внутриаортальных баллонных насосов против 33 из 313 (11 %) в контрольной группе). На основании анализа авторы показали, что профилактическое применение ВАБК снижало периоперационную и 30-дневную летальность у пациентов с высоким риском, которым проводилось плановое аортокоронарное шунтирование. Согласно метаанализу 7 рандомизированных и 16 обсервационных исследований, включившему 9 212 пациентов, профилактическое применение ВАБК снижало риск летальности в рандомизированных клинических исследованиях на 4,4 % (ОШ 0,43; 95% ДИ 0,25–0,73; $p = 0,0025$), уменьшило риск ИМ (ОШ 0,58; 95% ДИ 0,43–0,78; $p = 0,004$), инсультов (ОШ 0,67; 95% ДИ 0,47–0,97; $p = 0,042$) и почечной недостаточности (ОШ 0,62; 95% ДИ 0,47–0,83; $p = 0,0014$). Также значительно снижены продолжительность пребывания в отделении интенсивной терапии ($p < 0,0001$) и стационаре ($p < 0,0001$) у пациентов с предоперационным использованием внутриаортальной баллонной контрпульсации. Согласно анализу, современные данные рандомизированных клинических и обсервационных исследований позволяют предполагать благоприятные эффекты ВАБК у пациентов с высоким риском до аортокоронарного шунтирования [49]. Аналогичные данные указывают в обзоре Y. Poirier с соавт. [50].

В.В. Плечев с соавт. показали высокую эффективность превентивной ВАБК с целью предотвращения острой сердечно-сосудистой недостаточности в постперфузионном периоде при АКШ у пациентов с ишемической кардиомиопатией [51]. Полученные данные позволили авторам сделать вывод о том, что применение ВАБК у таких пациентов позволяет избежать гемодинамической нестабильности, обусловленной периоперационной ишемией миокарда. J. Caldas с соавт. в проспективном исследовании оценили церебральную гемодинамику и неврологические осложнения у пациентов, перенесших кардиохирургические операции, пациентов высокого риска, перенесших плановое АКШ с фракцией выброса ≤ 40 % и EuroSCORE II ≥ 6 , с установкой ВАБК до операции ($n = 90$) или без использования баллона ($n = 91$). Оценивались скорость церебрального кровотока в средней мозговой артерии транскра-

ниальным доплером и регистрация артериального давления через сфигмоманометр или интраваскулярную линию до операции, через 24 ч, через 7 дней после операции. Когнитивные нарушения, делирий, инсульт оценивались в течение 6 мес. после операции. Не было различий между группой ВАБК и контролем по индексу ауторегуляции ($p = 0,97$) или скорости церебрального кровотока ($p = 0,952$) во все моменты времени. Группы не отличались в отношении послеоперационного уровня делирия (26,5 против 24,2 %, $p = 0,83$), инсульта (3,0 против 2,9 %, $p = 1,00$) или когнитивных нарушений (16,7 против 40,7 %, $p = 0,07$). Таким образом, предоперационное использование ВАБК у пациентов высокого риска, перенесших кардиохирургическую операцию, не влияло на церебральную гемодинамику и не было связано с более высокой частотой неврологических осложнений [52].

Нет четких показаний для использования устройств гемодинамической поддержки при ревааскуляризирующих процедурах, однако целесообразна ВАБК в случаях с тяжелой рецидивирующей ишемией миокарда. Внутриаортальная баллонная контрпульсия может иметь значение и в качестве моста к АКШ в группе пациентов с ОКС без подъема сегмента ST высокого риска, что крайне важно с позиции обеспечения доступности для определенной когорты пациентов в АКШ как оптимальном методе ревааскуляризации. Между тем использование ВАБК в качестве моста к АКШ в группе пациентов с ОКС без подъема сегмента ST высокого риска требует дальнейшего изучения.

Заключение

Несмотря на то, что такой метод МПК, как ВАБК, находится в распоряжении специалистов более 50 лет, доказательная база для его применения при кардиогенном шоке, сопровождении ЧКВ высокого риска, лечения пациентов без кардиогенного шока, сопровождения больных, нуждающихся в АКШ при различных состояниях, в качестве моста к принятию решения или лечению остается противоречивой. Рутинное применение ВАБК у пациентов с кардиогенным шоком противопоказано. Целесообразность использования ВАБК в качестве метода сопровождения ЧКВ высокого риска неоднозначна, как и преимущества и недостатки ВАБК, в сравнении с други-

ми методами МПК, и основана на мнении экспертов и немногочисленных исследованиях. Следует отметить многообещающие результаты использования ВАБК в группе пациентов высокого риска, включая больных ОКС, нуждающихся в аортокоронарном шунтировании. С учетом ряда организационных сложностей и нерешенных клинических задач АКШ при ОКС сопряжено с задержкой. В этой связи использование ВАБК в качестве моста к хирургической ревааскуляризации миокарда может быть оправданным и требует дальнейших исследований.

Список литературы / References

1. Rihal C.S., Naidu S.S., Givertz M.M., Szeto W.Y., Burke J.A., Kapur N.K., Kern M., Garratt K.N., Goldstein J.A., Dimas V., Tu T., Society for Cardiovascular Angiography and Interventions (SCAI), Heart Failure Society of America (HFSA), Society of Thoracic Surgeons (STS), American Heart Association (AHA), and American College of Cardiology (ACC). 2015 SCAI/ACC/HFSA/STS Clinical Expert Consensus Statement on the Use of Percutaneous Mechanical Circulatory Support Devices in Cardiovascular Care: Endorsed by the American Heart Association, the Cardiological Society of India, and Sociedad Latino Americana de Cardiologia Intervencion; Affirmation of Value by the Canadian Association of Interventional Cardiology-Association Canadienne de Cardiologie d'intervention. *J Am Coll Cardiol*. 2015;65(19):e7-e26. PMID: 25861963. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.03.036>
2. Cohen M., Urban P., Christenson J.T., Joseph D.L., Freedman R.J., Jr, Miller M.F., Ohman E.M., Reddy R.C., Stone G.W., Ferguson J.J. 3rd, Collaborators B.R. Intra-aortic balloon counterpulsation in US and non-US centres: results of the Benchmark Registry. *Eur Heart J*. 2003;24(19):1763-1770. PMID: 14522572. <https://doi.org/10.1016/j.ehj.2003.07.002>
3. O'Gara P.T., Kushner F.G., Ascheim D.D., Casey D.E. Jr, Chung M.K., de Lemos J.A., Ettinger S.M., Fang J.C., Fesmire F.M., Franklin B.A., Granger C.B., Krumholz H.M., Linderbaum J.A., Morrow D.A., Newby L.K., Ornato J.P., Ou N., Radford M.J., Tamis-Holland J.E., Tommaso C.L., Tracy C.M., Woo Y.J., Zhao D.X., American College of Cardiology Foundation, American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American College of Emergency Physicians, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines: developed in collaboration with the American College of Emergency Physicians and Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2013;82(1):E1-E27. PMID: 23299937. <https://doi.org/10.1002/ccd.24776>
4. Thiele H., Zeymer U., Thelemann N., Neumann F.-J., Hausleiter J., Abdel-Wahab M., Meyer-Saraei R., Fuernau G., Eitel I., Hambrecht R., Böhm M., Werdan K., Felix S.B., Henersdorf M., Schneider S., Ouarrak T., Desch S., de Waha-Thiele S., IABPSHOCK II Trial (Intraaortic Balloon Pump in Cardiogenic Shock II) Investigators. Intraaortic Balloon Pump in Cardiogenic Shock Complicating Acute Myocardial Infarction:

- Long-Term 6-Year Outcome of the Randomized IABP-SHOCK II Trial. *Circulation*. 2018. PMID: 30586721. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038201>
5. Kantrowitz A., Tjonneland S., Freed P.S., Phillips S.J., Butner A.N., Sherman J.L. Jr. Initial clinical experience with intra-aortic balloon pumping in cardiogenic shock. *JAMA*. 1968;203(2):135-140. PMID: 5694059
 6. Корнелюк Р.А., Верещагин И.Е., Шукевич Д.Л., Ганюков В.И. Механическая поддержка кровообращения при чрескожном коронарном вмешательстве высокого риска. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2018;7(45):54-65. [Kornelyuk R.A., Vereshchagin I.E., Shukevich D.L., Ganyukov V.I. Mechanical circulatory support in high-risk percutaneous coronary intervention. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2018;7(45):54-65 (In Russ.)] <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2018-7-45-54-65>
 7. Thiele H., Zeymer U., Neumann F.-J., Ferenc M., Olbrich H.-G., Hausleiter J., de Waha A., Richardt G., Hennersdorf M., Empen K., Fuernau G., Desch S., Eitel I., Hambrecht R., Lauer B., Böhm M., Ebelt H., Schneider S., Werdan K., Schuler G., Intra-aortic Balloon Pump in cardiogenic shock II (IABP-SHOCK II) trial investigators. Intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock (IABP-SHOCK II): final 12 month results of a randomised, open-label trial. *Lancet*. 2013;382(9905):1638-1645. PMID: 24011548. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61783-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61783-3)
 8. Roffi M., Patrono C., Collet J.-P., Mueller Ch., Valgimigli M., Andreotti F., Bax J.J., Borger M.A., Brotons C., Chew D.P., Gencer B., Hasenfuss G., Kjeldsen K., Lancellotti P., Landmesser U., Mehilli J., Mukherjee D., Storey R.F., Windecker S., ESC Scientific Document Group. 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2016;37(3):267-315. PMID: 26320110. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv320>
 9. Van de Werf F., Bax J., Betriu A., Blomstrom-Lundqvist C., Crea F., Falk V., Filippatos G., Fox K., Huber K., Kastrati A., Rosengren A., Steg P.G., Tubaro M., Verheugt F., Weidinger F., Weis M., ESC Committee for Practice Guidelines (CPG). Management of acute myocardial infarction in patients presenting with persistent ST-segment elevation: the Task Force on the Management of ST-Segment Elevation Acute Myocardial Infarction of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2009;29(23):2909-2945. PMID: 19004841. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehn416>
 10. Goldberg R.J., Spencer F.A., Gore J.M., Lessard D., Yarzebski J. Thirty-Year Trends (1975 to 2005) in the Magnitude of, Management of, and Hospital Death Rates Associated With Cardiogenic Shock in Patients With Acute Myocardial Infarction: A Population-Based Perspective. *Circulation*. 2009;119(9):1211-1219. PMID: 19237658, PMCID: PMC2730832. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.108.814947>
 11. Hunziker L., Radovanovic D., Jeger R., Pedrazzini G., Cuculi F., Urban P., Erne P., Rickli H., Pilgrim T., AMIS Plus Registry Investigators are listed in alphabetic order with the names of the local principal investigators. Twenty-Year Trends in the Incidence and Outcome of Cardiogenic Shock in AMIS Plus Registry. *Circ Cardiovasc Interv*. 2019;12(4):e007293. PMID: 30943781. <https://doi.org/10.1161/circinterventions.118.007293>
 12. Rathod K.S., Koganti S., Iqbal M.B., Jain A.K., Kalra S.S., Astroulakis Z., Lim P., Rakhit R., Dalby M.C., Lockie T., Malik I.S., Knight C.J., Whitbread M., Mathur A., Redwood S., MacCarthy P.A., Sirker A., O'Mahony C., Wragg A., Jones D.A. Contemporary trends in cardiogenic shock: Incidence, intra-aortic balloon pump utilisation and outcomes from the London Heart Attack Group. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2018;7(1):16-27. PMID: 29111770. <https://doi.org/10.1177/2048872617741735>
 13. Anderson M.L., Peterson E.D., Peng S.A., Wang T.Y., Ohman E.M., Bhatt D.L., Saucedo J.F., Roe M.T. Differences in the Profile, Treatment, and Prognosis of Patients With Cardiogenic Shock by Myocardial Infarction Classification: A Report From NCDR. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2013;6(6):708-715. PMID: 24221834. <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.113.000262>
 14. Sanborn T.A., Sleeper L.A., Webb J.G., French J.K., Bergman G., Parikh M., Wong S.C., Boland J., Pfisterer M., Slater J.N., Sharma S., Hochman J.S., SHOCK Investigators. Correlates of one-year survival inpatients with cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: angiographic findings from the SHOCK trial. *J Am Coll Cardiol*. 2003;42(8):1373-1379. PMID: 14563577. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(03\)01051-9](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(03)01051-9)
 15. Neumann F.-J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U., Byrne R.A., Collet J.-P., Falk V., Head S.J., Juni P., Kastrati A., Koller A., Kristensen S.D., Niebauer J., Richter D.J., Seferovic P.M., Sibbing D., Stefanini G.G., Windecker S., Yadav R., Zembala M.O., ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019;40(2):87-165. PMID: 30165437. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy394>
 16. Hochman J.S., Sleeper L.A., Godfrey E., McKinlay S.M., Sanborn T., Col J., LeJemtel T. Should We Emergently Revascularize Occluded Coronaries for Cardiogenic Shock: An international randomized trial of emergency PTCA/CABG-trial design. *Am Heart J*. 1999;137(2):313-321. PMID: 9924166. <https://doi.org/10.1053/hj.1999.v137.95352>
 17. Ibanez B., James S., Agewall S., Antunes M.J., Bucchiarelli-Ducci C., Bueno H., Caforio A.L.P., Crea F., Goudevenos J.A., Halvorsen S., Hindricks G., Kastrati A., Lenzen M.J., Prescott E., Roffi M., Valgimigli M., Varenhorst C., Vranckx P., Widimský 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*. 2018;39(2):119-177. PMID: 28886621. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx393>
 18. Basir M.B., Schreiber T.L., Grines C.L., Dixon S.R., Moses J.W., Maini B.S., Khandelwal A.K., Ohman E.M., O'Neill W.W. Effect of Early Initiation of Mechanical Circulatory Support on Survival in Cardiogenic Shock. *Am J Cardiol*. 2017;119(6):845-851. PMID: 28040188. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2016.11.037>
 19. Thiele H., Smalling R.W., Schuler G.C. Percutaneous left ventricular assist devices in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Eur Heart J*. 2007;28(17):2057-2063. PMID: 17586541. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehm191>

20. Sjaauw K.D., Engström A.E., Vis M.M., van der Schaaf R.J., Baan J. Jr, Koch K.T., de Winter R.J., Piek J.J., Tijssen J.G.P., Henriques J.P.S. A Systematic Review and Meta-Analysis of Intra-Aortic Balloon Pump Therapy in ST-elevation Myocardial Infarction: Should We Change the Guidelines? *Eur Heart J.* 2009;30(4):459-468. PMID: 19168529. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehn602>
21. Unverzagt S., Buerke M., de Waha A., Haerting J., Pietzner D., Seyfarth M., Thiele H., Werdan K., Zeymer U., Prondzinsky R. Intra-aortic balloon pump counterpulsation (IABP) for myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;(3):CD007398. PMID: 25812932. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007398.pub3>
22. Arias E.A., González-Chon O., García-López S.M., Chacón M.A., Noriega-Iriondo F., Vega R.E., Chávez-Tapia N.C. Impact of the intra-aortic balloon pump in the mortality due to cardiogenic shock secondary to acute myocardial infarction. *Arch Cardiol Mex.* 2005;75(3):260-6 (In Spanish). PMID: 16294814.
23. Burkhoff D., Cohen H., Brunckhorst C., O'Neill W.W., TandemHeart Investigators Group. A randomized multicenter clinical study to evaluate the safety and efficacy of the TandemHeart percutaneous ventricular assist device versus conventional therapy with intraaortic balloon pumping for treatment of cardiogenic shock. *Am Heart J.* 2006;152(3):469.e1-469.e8. PMID: 16923414. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2006.05.031>
24. Ohman E.M., Nanas J., Stomel R.J., Leeser M.A., Nielsen D.W., O'Dea D., Rogers F.J., Harber D. Thrombolysis and counterpulsation to improve survival in myocardial infarction complicated by hypotension and suspected cardiogenic shock or heart failure: results of the TACTICS Trial. *J Thromb Thrombolysis.* 2005;19(1):33-9. PMID: 15976965. <https://doi.org/10.1007/s11239-005-0938-0>
25. Prondzinsky R., Lemm H., Geppert A., Buerke M., Russ M., Werdan K. Infarct-related cardiogenic shock: Prognosis and treatment. *Med Klin Intensivmed Notfmed.* 2018;113(4):267-276 (In German). PMID: 29721682. <https://doi.org/10.1007/s00063-018-0428-8>
26. Seyfarth M., Sibbing D., Bauer I., Fröhlich G., Bott-Flügel L. A randomized clinical trial to evaluate the safety and efficacy of a percutaneous left ventricular assist device versus intra-aortic balloon pumping for treatment of cardiogenic shock caused by myocardial infarction. *J Am Coll.* 2008;52(19):1584-1588. PMID: 19007597. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.05.065>
27. Zhang X.R., Su L., Chen S.J., Zhang X.G., Ying Y.H. A meta-analysis on efficiency of intra-aortic balloon pump therapy in patients with acute myocardial infarction. *Chinese Journal of Cardiovascular Disease = Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi.* 2013;41(5):432-7 (In Chinese). PMID: 24021129.
28. Colombo T., Garatti A., Tarelli G., Bruschi G., Ribera E. Surgical treatment of acute myocardial infarction. *Ital Heart J.* 2004;5 Suppl 6:92S-99S. PMID: 15185921.
29. Romeo F., Acconcia M.C., Sergi D., Romeo A., Muscoli S., Valente S., Gensini G.F., Chiarotti F., Caretta Q. The outcome of intra-aortic balloon pump support in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock according to the type of revascularization: a comprehensive meta-analysis. *Am Heart J.* 2013;165(5):679-692. PMID: 23622904. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2013.02.020>
30. Thiele H., Zeymer U., Neumann F.J., Ferenc M., Olbrich H.-G., Hausleiter J., de Waha A., Richardt G., Hennersdorf M., Empen K., Fuernau G., Desch S., Eitel I., Hambrecht R., Lauer B., Böhm M., Ebel H., Schneider S., Werdan K., Schuler G., Intraaortic Balloon Pump in cardiogenic shock II (IABP-SHOCK II) trial investigators. Intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock (IABP-SHOCK II): final 12 month results of a randomised, open-label trial. *Lancet.* 2013;382(9905):1638-45. PMID: 24011548. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61783-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61783-3)
31. Рекомендации ЕОК по ведению пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST 2017. *Российский кардиологический журнал.* 2018;23(5):103-158. [The task force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC) 2017 ESC guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Russian Journal of Cardiology.* 2018;(5):103-158. (In Russ.)] <https://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-5-103-158>
32. Kovacic J.C., Kini A., Banerjee S., Dangas G., Massaro J., Mehran R., Popma J., O'Neill W.W., Sharma S.K. Patients with 3-vessel coronary artery disease and impaired ventricular function undergoing PCI with Impella 2.5 hemodynamic support have improved 90-day outcomes compared to intra-aortic balloon pump: a sub-study of the PROTECT II trial. *J Interv Cardiol.* 2015;28(1):32-40. PMID: 25689546. <https://doi.org/10.1111/joic.12166>
33. Zeymer U., Bauer T., Hamm C., Zahn R., Weidinger F., Seabra-Gomes R., Hochadel M., Marco J., Gitt A. Use and impact of intra-aortic balloon pump on mortality in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: results of the Euro Heart Survey on PCI. *EuroIntervention.* 2011;7(4):437-41. PMID: 21764661. <https://doi.org/10.4244/EIJV7I4A72>
34. Zeymer U., Hochadel M., Thiele H., Andresen D., Schühlen H., Brachmann J., Elsässer A., Gitt A., Zahn R. Immediate multivessel percutaneous coronary intervention versus culprit lesion intervention in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: results of the ALKK-PCI registry. *EuroIntervention.* 2015;11(3):280-5. PMID: 25136881. https://doi.org/10.4244/EIJY14M08_04
35. Abdel-Wahab M., Saad M., Kynast J., Geist V., Sherif M.A., Richardt G., Toelg R. Comparison of hospital mortality with intra-aortic balloon counterpulsation insertion before versus after primary percutaneous coronary intervention for cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 2010;105(7):967-71. PMID: 20346314. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2009.11.021>
36. O'Neill W.W., Kleiman N.S., Moses J., Henriques J.P., Dixon S., Massaro J., Palacios I., Maini B., Mulukutla S., Dzavik V., Popma J., Douglas P.S., Ohman M. A prospective, randomized clinical trial of hemodynamic support with Impella 2.5 versus intra-aortic balloon pump in patients undergoing high-risk percutaneous coronary intervention: the PROTECT II study. *Circulation.* 2012;126(14):1717-27. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.112.098194>
37. Kar B., Gregoric I.D., Basra S.S., Idelchik G.M., Loyalka P. The percutaneous ventricular assist device in severe refractory cardiogenic shock. *J Am Coll Cardiol.* 2011;57(6):688-696. PMID: 20950980. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.08.613>
38. Ouweneel D.M., Eriksen E., Sjaauw K.D., van Dongen I.M., Hirsch A., Packer E.J.S., Vis M., Wykrzykowska J.J., Koch K.T., Baan J., de Winter R.J., Piek J.J., Lagrand W.K., de Mol B.A.J.M., Tijssen J.G.P., Henriques J.P.S. Percutaneous Mechanical

- Circulatory Support Versus Intra-Aortic Balloon Pump in Cardiogenic Shock After Acute Myocardial Infarction. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69(3):278-287. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.10.022>
39. Patel M.R., Smalling R.W., Thiele H., Barnhart H.X., Zhou Y., Chandra P., Chew D., Cohen M., French J., Perera D., Ohman E.M. Intra-aortic balloon counterpulsation and infarct size in patients with acute anterior myocardial infarction without shock: the CRISP AMI randomized trial. *JAMA.* 2011;306(12):1329-1337. PMID: 21878431. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.1280>
 40. Mahmoudi M., Hauville C., Sardi G. The impact of intra-aortic balloon counter-pulsation on in-hospital mortality in patients presenting with anterior ST-elevation myocardial infarction without cardiogenic shock. *Cardiovasc Revasc Med.* 2012;13(6):328-30. <https://doi.org/10.1016/j.carrev.2012.08.001>
 41. Cheng J.M., van Leeuwen M.A.H., de Boer S.P.M., Wai M.C., den Uil C.A., Jewbali L.S.D., van Geuns R.-J., Kardys I., van Domburg R.T., Boersma E., Zijlstra F., Akkerhuis K.M. Impact of intra-aortic balloon pump support initiated before versus after primary percutaneous coronary intervention in patients with cardiogenic shock from acute myocardial infarction. *Int J Cardiol.* 2013;168(4):3758-3763. PMID: 23830073. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.06.009>
 42. Ponikowski P., Voors A., Anker S., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J.G.F., Coats A.J.S., Falk V., Gonzalez-Juanatey J.R., Harjola V.-P., Jankowska E.A., Jessup M., Linde C., Nihoyannopoulos P., Parissis J.T., Pieske B., Riley J.P., Rosano G.M.C., Ruilope L.M., Ruschitzka F., Rutten F.H., van der Meer P., ESC Scientific Document Group. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J.* 2016;37(27):2129-2200. PMID: 27206819. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw128>
 43. Kono T., Morita H., Nishina T., Fujita M., Onaka H., Hirota Y., Kawamura K., Fujiwara A. Aortic counterpulsation may improve late patency of the occluded coronary artery in patients with early failure of thrombolytic therapy. *J Am Coll Cardiol.* 1996;28(4):876-881. PMID: 8837563. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(96\)00240-9](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(96)00240-9)
 44. Santarpino G., Onorati F., Rubino A.S., Abdalla K., Caroleo S., Santangelo E., Renzulli A. Preoperative intraaortic balloon pumping improves outcomes for high-risk patients in routine coronary artery bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg.* 2009;87(2):481-488. PMID: 19161764. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2008.11.007>
 45. Perera D., Stables R., Thomas M., Booth J., Pitt M., Blackman D., de Belder A., Redwood S.; BCIS-1 Investigators. Elective intra-aortic balloon counterpulsation during high-risk percutaneous coronary intervention: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2010;304(8):867-74. PMID: 20736470. <https://doi.org/10.1001/jama.2010.1190>
 46. Резван В.В., Спиричкин Д.Ю., Магнитский А.В., Румянцев О.Н. Опыт длительной внутриоральной баллонной контрпульсации у пациентов с острым коронарным синдромом. *Архив внутренней медицины.* 2016;6(4):70-71. [Rezvan V.V., Spirochkin D.Y., Magnitsky A.V., Rumyantsev O.N. Experience long-term use of intra-aortic balloon counter pulsation in patients with acute coronary syndrome. *The Russian Archives of Internal Medicine.* 2016;6(4):70-71. (In Russ.) <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2016-6-4-70-71>
 47. Григорьев Е.В., Гейзе А.В., Плотников Г.П., Сизова И.Н., Шукевич Д.Л., Сумин А.Н. Предоперационная подготовка к коронарному шунтированию больных с мультифокальным атеросклерозом: механические и медикаментозные методы. *Общая реаниматология.* 2011;7(6):53. [Grigoryev E.V., Geize A.V., Plotnikov G.P., Sizova I.N., Shukevich D.L., Sumin A.N. Preoperative preparation of patients with multifocal atherosclerosis for coronary bypass surgery: mechanical and medical methods. *General Reanimatology.* (In Russ.)] <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2011-6-53>
 48. Zangrillo A., Pappalardo F., Dossi R., Di Prima A.L., Sassone M.E., Greco T., Monaco F., Musu M., Finco G., Landoni G. Preoperative intra-aortic balloon pump to reduce mortality in coronary artery bypass graft: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit. Care.* 2015;19(1):10. PMID: 25588568, PMCID: PMC4316767. <https://doi.org/10.1186/s13054-014-0728-1>
 49. Deppe A.-C., Weber C., Liakopoulos O.J., Zeriuoh M., Slottosch I., Scherner M., Kuhn E.W., Choi Y.-H., Wahlers T. Preoperative intra-aortic balloon pump use in high-risk patients prior to coronary artery bypass graft surgery decreases the risk for morbidity and mortality-A meta-analysis of 9,212 patients. *J Card Surg.* 2017;32(3):177-185. PMID: 28247473. <https://doi.org/10.1111/jocs.13114>
 50. Poirier Y., Voisine P., Plourde G., Rimac G., Barria Perez A., Costerousse O., Bertrand O.F. Efficacy and safety of preoperative intra-aortic balloon pump use in patients undergoing cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol.* 2016;207:67-79. PMID: 26797334. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.01.045>
 51. Плечев В.В., Ижбульдин Р.И., Кудряшов В.В., Багманова З.А. Применение внутриоральной баллонной контрпульсации при коронарном шунтировании у больных ишемической кардиомиопатией. *Медицинский вестник Башкортостана.* 2012;7(2):53-56. [Plechev V.V., Izhbuldin R.I., Kudryashov V.V., Bagmanova Z.A. Application of intra-aortic balloon counterpulsation in coronary by-pass surgery in patients with ischemic cardiomyopathy. *Bashkortostan Medical Journal.* 2012;7(2):53-56. (In Russ.)]
 52. Caldas J.R., Panerai R.B., Bor-Seng-Shu E., Ferreira G.S.R., Camara L., Passos R.H., Salinet A.M., Azevedo D.S., de-Lima-Oliveira M., Galas F.R.B.G., Fukushima J.T., Nogueira R., Taccone F.S., Landoni G., Almeida J.P., Robinson T.G., Hajjar L.A. Intra-aortic balloon pump does not influence cerebral hemodynamics and neurological outcomes in high-risk cardiac patients undergoing cardiac surgery: an analysis of the IABCS trial. *Ann Intensive Care.* 2019;9(1):130. PMID: 31773324, PMCID: PMC6879692. <https://doi.org/10.1186/s13613-019-0602-z>

Intra-aortic balloon counterpulsation: current evidence-based and unresolved issues

Yulia N. Neverova, Tatyana S. Golovina, Roman S. Tarasov

Research Institute for Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russian Federation

Corresponding author. Yulia N. Neverova, yuli4cka.n@yandex.ru

This literature review provides the current evidence-based research regarding the role of intra-aortic balloon counterpulsation in the treatment of patients in various clinical situations. These include patients with acute coronary syndrome, complicated or uncomplicated by cardiogenic shock, accompanied by high-risk percutaneous coronary interventions, accompanying patients in need of coronary artery bypass surgery in various conditions as a 'bridge' to decision-making or treatment. Because the introduction of intra-aortic balloon counterpulsation into clinical practice, it has been the most common method of hemodynamic support in high-risk patients. The classical strategy for the treatment of acute myocardial infarction has evolved over the last decade from a thrombolysis scenario to a primary coronary revascularisation scenario, which resulted in a larger patient cohort. The currently available data, however, do not support the routine use of intra-aortic balloon counterpulsation by most of this population. Current studies have shown that the use of intra-aortic balloon counterpulsation did not lead to a decrease in 30-day mortality in patients with acute coronary syndrome and cardiogenic shock who received therapy with the strategy of early myocardial revascularisation as the planned primary goal. The expediency of using high-risk percutaneous coronary intervention as an accompanying method is ambiguous, whereas the use of the method as a 'bridge' to surgical myocardial revascularisation may be justified and requires additional research. The article provides the current recommendations for the treatment of patients. Research results and unresolved issues are being discussed.

Keywords: acute coronary syndrome without elevation ST-segment; coronary artery bypass surgery; intra-aortic balloon counterpulsation; percutaneous coronary intervention

Received 3 June 2020. Revised 4 August 2020. Accepted 24 August 2020.

Funding: The study did not have sponsorship.

Conflict of interest: Authors declare no conflict of interest.

ORCID ID

Yu.N. Neverova, <https://orcid.org/0000-0001-7016-0518>

T.S. Golovina, <https://orcid.org/0000-0002-9007-9108>

R.S. Tarasov, <https://orcid.org/0000-0003-3882-709X>

Copyright: © 2020 Neverova et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

How to cite: Neverova Yu.N., Golovina T.S., Tarasov R.S. Intra-aortic balloon counterpulsation: current evidence-based and unresolved issues. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2020;24(3S):18-32. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-3S-18-32>