



## Прогнозирование неврологического исхода у пациентов с постреанимационной болезнью

Т. Г. МАРКОВА, Н. В. БРАГИНА, В. И. ГОРБАЧЁВ

Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «РНМАПО» МЗ РФ, г. Иркутск, РФ

РЕЗЮМЕ

Постреанимационная болезнь представляет собой чрезвычайно сложный комплекс прогрессирующих изменений, развивающихся во всех системах, органах и тканях, исходы которого характеризуются высокой летальностью и развитием тяжелого неврологического дефицита. Во всем мире прогнозирование неврологического исхода при данной патологии является актуальной проблемой, так как позволяет определить тактику ведения пациента и оптимизировать объем оказания медицинской помощи, а также подготовить членов семьи больного к ожидаемым результатам лечения. В настоящее время в качестве предикторов неблагоприятного неврологического исхода используют клинические, лабораторные и инструментальные данные. Ввиду отсутствия единого критерия, обладающего высокой чувствительностью и специфичностью, прогнозирование неврологического дефицита должно основываться на мультимодальном подходе. В обзоре рассмотрен ряд клинических, лабораторных и инструментальных предикторов (зрачковые реакции, уровень нейрон-специфической енолазы, электроэнцефалография и ряд других), совокупность которых позволяет с наибольшей достоверностью прогнозировать неврологический исход постреанимационной болезни.

**Ключевые слова:** постреанимационная болезнь, прогнозирование неврологического исхода, электроэнцефалография, нейроспецифическая енолаза

**Для цитирования:** Маркова Т. Г., Брагина Н. В., Горбачёв В. И. Прогнозирование неврологического исхода у пациентов с постреанимационной болезнью // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2021. – Т. 18, № 3. – С. 72-78. DOI: 10.21292/2078-5658-2021-18-3-72-78

## Prediction of Neurological Outcomes in Patients with Post-Cardiac Arrest Syndrome

T. G. MARKOVA, N. V. BRAGINA, V. I. GORBACHEV

Irkutsk State Medical Academy Postgraduate Education, Branch of Russian Medical Academy for Professional Development, Irkutsk, Russia

ABSTRACT

Post-cardiac arrest syndrome is an extremely complex nosology, characterized by high mortality and the development of severe neurological disorders. Predicting the neurological outcome in this pathology is an urgent problem, since it allows determining the tactics of patient management and optimizing the scope of medical care, as well as preparing the patient's family members for expected results of treatment. Currently, clinical, laboratory and instrumental data are used as predictors of an unfavorable neurological outcome (e.g., pupillary responses, neuron-specific enolase levels, electroencephalography). There is no single criterion with high sensitivity and specificity for predicting neurological disorders; therefore, a multimodal approach is required. This article discusses several factors, the combination of which allows predicting the outcome of post-cardiac arrest syndrome with the greatest degree of reliability.

**Key words:** post-cardiac arrest syndrome, prediction of neurological outcome, electroencephalography, neurospecific enolase

**For citations:** Markova T.G., Bragina N.V., Gorbachev V.I. Prediction of neurological outcomes in patients with post-cardiac arrest syndrome. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2021, Vol. 18, no. 3, P. 72-78. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2021-18-3-72-78

Для корреспонденции:

Горбачёв Владимир Ильич  
E-mail: gorbachevvi@yandex.ru

Correspondence:

Vladimir I. Gorbachev  
Email: gorbachevvi@yandex.ru

Постреанимационная болезнь (ПРБ) представляет собой состояние организма после перенесенной клинической смерти, характеризуется высокой летальностью и развитием тяжелого неврологического дефицита у большей части выживших пациентов. На сегодняшний день в Российской Федерации нет обобщенных данных о распространенности ПРБ, смертности, выживаемости и степени инвалидизации среди лиц, перенесших клиническую смерть. Международный комитет по взаимодействию в области реанимации (International Liaison Committee on Resuscitation – ILCOR) в апреле 2020 г. опубликовал в журнале «Resuscitation» результаты своего первого международного исследования по внебольничной остановке сердца. В отчете ILCOR представлены данные из девяти национальных и семи региональных регистров, согласно которым расчетная годовая частота случаев поступления больных с внегоспитальной остановкой кровообращения (ВГОК) приближалась к 30,0–97,1 чел. на

100 тыс. населения. Выживаемость до выписки из больницы или 30-дневная выживаемость составила 3,1–20,4% по всем регистрам. Благоприятный неврологический исход при выписке из больницы или через 30 дней после ВГОК составил, по различным данным, от 2,8 до 18,2% [14].

Патофизиология ПРБ включает в себя гипоксически-ишемическое повреждение головного мозга, дисфункцию миокарда после остановки кровообращения (ОК), системный ответ на ишемию/реперфузию и патологию, спровоцировавшую ОК [1, 3]. По данным зарубежной литературы, сердечно-сосудистая недостаточность является основной причиной смерти пациентов в первые 72 ч заболевания, в то время как причиной большинства более поздних летальных исходов является отмена жизнеподдерживающей терапии в связи с тяжелым гипоксически-ишемическим повреждением головного мозга и прогнозированием неблагоприятного исхода заболевания [12, 22, 36].

Актуальность прогнозирования неврологического исхода при ПРБ обусловлена возрастающим интересом к данной нозологии, высокой затратой материально-технических и кадровых ресурсов. В зарубежной практике широко распространена практика прекращения интенсивной терапии в тех случаях, когда лечение является бесперспективным и приносит больному и членам его семьи больше страданий, чем основное заболевание [1, 2, 12].

Неврологический исход после ОК чаще всего оценивают с помощью пятибалльной шкалы CPC (Cerebral Performance Categories Scale) (табл. 1).

**Таблица 1. Категориальная шкала оценки восстановления церебральной деятельности [4, 12]**

*Table 1. A categorical scale for assessing the restoration of cerebral activity [4, 12]*

CPC 1	Хороший неврологический исход: пациент в сознании, бодрствует, способен вернуться к работе, может сохраняться незначительный неврологический или психический дефицит
CPC 2	Умеренный неврологический дефицит: пациент в сознании, имеющейся церебральной функции достаточно для самообслуживания. Возврат к привычной трудовой деятельности затруднен
CPC 3	Выраженный неврологический дефицит: пациент в сознании, неспособен к самообслуживанию. Наблюдается тяжелая деменция или грубый двигательный дефицит
CPC 4	Кома или вегетативное состояние: любая кома без достоверных признаков смерти мозга. Отсутствие продуктивного контакта, смена циклов сон – бодрствование
CPC 5	Смерть мозга: апноэ, арефлексия, отсутствие активности на ЭЭГ

Другой часто используемый оценочный показатель – это семибалльная модифицированная шкала Рэнкина (Modified Rankin Scale RS) (табл. 2).

**Таблица 2. Модифицированная шкала Рэнкина**

*Table 2. Modified Rankin scale*

Симптомы отсутствуют	0
Несмотря на наличие симптомов заболевания, признаков инвалидизации нет; пациент может выполнять все привычные виды деятельности	1
Незначительная инвалидизация; пациент не способен выполнять привычную деятельность в полном объеме, но посторонняя помощь в повседневной деятельности не требуется	2
Умеренная инвалидизация; требуется помощь в повседневной деятельности; пациент ходит самостоятельно	3
Выраженная инвалидизация; требуется помощь при ходьбе и в удовлетворении физиологических потребностей	4
Тяжелая инвалидизация; пациент прикован к постели, страдает недержанием мочи и кала; требуется постоянный уход	5
Смерть пациента	6

В 2018 г. ILCOR предложил использовать mRS вместо CPC для измерения функционального восстановления после клинической смерти в связи с тем, что mRS демонстрирует более четкую градацию

между легким и умеренным ограничением жизнедеятельности [10]. Однако в большинстве исследований, посвященных прогнозированию исхода после ОК, используют шкалу CPC. Не существует единого мнения о том, что же является «благоприятным» и «неблагоприятным» исходом. В недавнем систематическом обзоре по неврологическому прогнозированию после ОК, состоящем из 94 исследований, в 90 исследованиях неблагоприятный неврологический исход определялся как CPC 3–5 и только в 4 – как CPC 4–5 [27].

**Прогностические шкалы.** В надежде улучшить методику прогнозирования неврологического исхода у пациентов, перенесших внебольничную ОК и искусственную целевую гипотермию (target temperature management, TTM), предприняты попытки объединить клинические, лабораторные данные и результаты диагностических тестов. Так, например, разработана шкала САНР (Cardiac Arrest Hospital Prognosis). Данная шкала учитывает возраст, исходный сердечный ритм, время от ОК до начала базовой сердечно-легочной реанимации (СЛР), время от начала СЛР до восстановления спонтанного кровотока, место начала реанимационных мероприятий, общую дозу адреналина и значение pH артериальной крови. Согласно данной шкале, выделяют три группы риска: низкий (оценка  $\leq 150$ , вероятность неблагоприятного исхода – 39%), средний (оценка 150–200, вероятность неблагоприятного исхода – 81%) и высокий (оценка  $\geq 200$ , вероятность неблагоприятного исхода – 100%) [18].

Также разработаны две системы для раннего определения вероятности неблагоприятного неврологического исхода у пациентов с ПРБ, которым проводили целевую гипотермию (TTM). Согласно первой системе, следующие параметры связаны с неблагоприятным исходом: пожилой возраст; ОК, возникшая дома; начальный ритм, не требующий проведения дефибрилляции; длительный период отсутствия кровотока и гипоперфузии; введение адреналина; двустороннее отсутствие зрачковых и роговичных рефлексов; отсутствие двигательной реакции на боль; низкий уровень pH; PaCO<sub>2</sub> менее 33,7 мм рт. ст. при поступлении [17].

Вторая система для ранней стратификации неврологического исхода после ВГОК с применением целевой гипотермии – C-GRAPh, которая учитывает известное заболевание коронарных артерий в анамнезе (Coronary artery disease known pre-arrest); исходный уровень глюкозы  $\geq 11,1$  ммоль/л (Glucose  $\geq 200$  mg/dl); начальный ритм, не требующий проведения дефибрилляции (Rhythmofarrest not VT/VF); возраст более 45 лет (Age > 45) и pH артериальной крови  $\leq 7,0$  (pH (arterial)  $\leq 7$ ). Наличие одного из параметров оценивается в 1 балл, таким образом, оценка по C-GRAPh от 4 баллов и выше имеет специфичность 97% для неблагоприятного прогноза [13].

Некоторые аспекты первичного **неврологического обследования** предложены для прогнозиро-

вания последующего неблагоприятного исхода у пациентов с ПРБ. К таковым относят двустороннее отсутствие роговичного рефлекса и реакции зрачков на свет, судороги, разгибательная реакция на боль или отсутствие реакции на раздражители [12]. Обнаружено, что данные симптомы имеют высокую чувствительность и низкую специфичность прогнозирования неблагоприятного исхода ПРБ, особенно в первые 24 ч после ОК [8, 12, 21, 27]. Введение седативных и анальгетических препаратов может снизить точность неврологического обследования и привести к ложному выводу о возможности неблагоприятного исхода ПРБ на раннем этапе интенсивной терапии [26, 36]. В настоящее время Американская кардиологическая ассоциация рекомендует использовать для прогнозирования результаты клинических обследований, проведенных спустя 72 ч нормотермии после предшествующей ОК [5].

**Реакция зрачков на свет и роговичный рефлекс.** Стандартно оценку роговичного рефлекса и реакции зрачков на свет выполняют путем визуального осмотра, что является качественным показателем реакции, основанным на субъективных данных. Двустороннее отсутствие роговичного рефлекса и реакции зрачков на свет спустя 72 ч и более от момента восстановления спонтанного кровообращения имеет высокую специфичность, но низкую чувствительность для прогнозирования неблагоприятного неврологического исхода ПРБ [6, 7, 26].

Автоматическая пуриллометрия (АП) позволяет объективно оценить роговичный рефлекс и реакцию зрачков на свет, количественно измерить диаметр и процентное уменьшение размера зрачка, рассчитать неврологический зрачковый индекс на основании нескольких динамических параметров зрачкового ответа (скорость сжатия и расширения, изменение диаметра зрачка после стимуляции) [30]. АП является новым методом оценки функции ствола мозга, применимым непосредственно в отделении интенсивной терапии, не требующим транспортировки пациента [33]. Недавнее исследование 103 пациентов, прибывавших в коме после ОК, показало, что отсутствие роговичного рефлекса и реакции зрачков на свет через 48 ч после клинической смерти, определенное с помощью АП, имело более высокую специфичность и чувствительность, чем стандартная методика [30].

Двустороннее отсутствие роговичного рефлекса через 72 ч после ОК также указывает на вероятный неблагоприятный исход. Однако специфичность и чувствительность исследования роговичного рефлекса несколько ниже, чем зрачкового [28]. Одной из причин может быть большая подверженность рефлекса роговицы влиянию седативных препаратов и миорелаксантов.

Разгибательная реакция на боль или отсутствие болевой реакции в течение 72 ч после ОК, по данным некоторых исследований, связаны с неблагоприятным исходом [27]. Однако у 8–36% пациентов

с данными клиническими признаками наблюдалось хорошее неврологическое восстановление [9].

Наличие раннего (менее 48 ч после успешной реанимации) миоклонического постаноксического статуса, определяемого как непрерывная и генерализованная миоклония, сохраняющаяся в течение более 30 мин у пациента, находящегося в коме после ОК, почти всегда связано с неблагоприятным неврологическим исходом [27]. A. S. Reynolds et al. в ретроспективном исследовании, включавшем 604 взрослых пациентов, переживших ОК, оценили частоту встречаемости корковой и подкорковой миоклонии, а также ее влияние на исход. Авторы пришли к выводу, что данное состояние выявляется у каждого шестого пациента с ПРБ, при этом хороший неврологический исход наблюдался лишь у 12–16% больных с корковой и подкорковой миоклонией соответственно [23]. Миоклония считается менее надежным предиктором неблагоприятного неврологического исхода, чем роговичный рефлекс и реакция зрачков на свет, поэтому рассматривать ее в рамках прогнозирования неврологического исхода рекомендуется только в совокупности с другими показателями [12].

**Электроэнцефалография (ЭЭГ)** – это инструмент мониторинга, который можно использовать для непосредственной оценки активности мозга и неврологических нарушений у пациентов, находящихся в коме после ОК. Возможна регистрация ЭЭГ в непрерывном или периодическом режиме. В связи с тем что большинство прогностически значимых событий происходит в первые 12–24 ч после ОК, регистрацию ЭЭГ следует начинать как можно раньше. Так называемые злокачественные паттерны ЭЭГ (подавление вспышек, генерализованные периодические разряды на подавленном фоне и подавленный фон) с высокой долей вероятности предсказывают неблагоприятный исход [34].

Исследование E. Westhall et al., в котором оценивали ЭЭГ пациентов через 77 ч после восстановления спонтанного кровообращения, продемонстрировало 100%-ную специфичность и 50%-ную чувствительность для угнетения фоновой активности и паттерна вспышка – подавление при прогнозировании неблагоприятного неврологического исхода [34]. В работе L. Sondag et al. с использованием тех же критериев изучалась способность ЭЭГ оценивать неблагоприятный прогноз через 24 ч (специфичность 100%, чувствительность 29%) и 12 ч (специфичность 88%, чувствительность 51%) [31].

Биспектральный индекс (bispectral index, BIS), предназначенный для контроля глубины анестезии, рассматривался в качестве прогностического показателя у больных с ПРБ [28]. Результаты исследования, посвященного анализу BIS через 4 ч после начала СЛР, показали специфичность 89,5% и чувствительность 85,7% для неблагоприятного неврологического исхода [29].

Седативные препараты влияют на непрерывность фона ЭЭГ и могут вызвать прерывание или подавление

ние всплесков фоновой активности дозозависимым образом [7, 24, 25]. Несмотря на высокую специфичность, количество ложноположительных прогнозов неблагоприятного неврологического исхода, основанных на раннем проведении ЭЭГ, остается неприемлемо высоким [16].

Современные биомаркеры нейронального повреждения, такие как нейронспецифическая енолаза (neuronspecific enolase, NSE), легкая цепь нейрофиламентов (neurofilamentlightchain, NFL) и белок S100-B, также изучены с целью прогнозирования исходов у пациентов с ПРБ. Считается, что уровни данных биомаркеров отражают степень церебрального повреждения после ОК [3]. В исследовании T. Luescher et al. проанализировано повышение уровня NSE (за пороговое было принято значение 33 нг/мл) в момент поступления в отделение интенсивной терапии. Авторы сообщили о специфичности 60% с чувствительностью 64% при прогнозировании неблагоприятного исхода. Следует отметить, что то же самое пороговое значение имело специфичность 91% и чувствительность 60% на 5-й день после ОК [15]. Уровень NSE как предиктор неблагоприятного неврологического исхода сразу после возобновления спонтанного кровообращения обладает низкой информативностью, отчасти потому, что он не достигает пиковой концентрации в 1-е сут после ОК. Это согласуется с результатами недавнего исследования, которое показало, что концентрация NSE, измеренная сразу после восстановления спонтанного кровообращения, существенно не различается среди пациентов с благоприятным и неблагоприятным неврологическим исходом [20]. Устойчивое повышение уровня NSE с 24–48 ч или 48–72 ч является надежным индикатором плохого прогноза при ПРБ [35]. Важно отметить, что в качестве предиктора неврологического исхода NSE может использоваться только в комплексе с другими прогностическим факторами, поскольку повышение ее уровня может наблюдаться и в других клинических ситуациях: при опухолях мозга, гемолизе и дефекте забора крови.

Концентрация белка S100-B при измерении сразу после восстановления спонтанного кровообращения значительно выше у пациентов с худшим неврологическим исходом, однако имеет довольно низкую специфичность и чувствительность (76 и 55% соответственно), что указывает на высокую вероятность ложноположительного результата [20].

В проекте рекомендаций по постреанимационной помощи Европейского совета по реанимации (European Resuscitation Council) предлагается использовать в качестве биомаркера неблагоприятного прогноза только NSE, пороговые значения которой должны быть установлены в сотрудничестве с местной лабораторией с учетом доступного технического оснащения [12].

**Компьютерная томография (КТ).** Снижение отношения серого вещества мозга к белому расценивается как потенциальный предиктор неблагопри-

ятного неврологического исхода в связи с тем, что указывает на вероятное развитие отека мозга [16]. Измерение отношения между плотностями серого и белого вещества, выраженное в единицах Хаунсфилда, – это метод количественной оценки степени отека. Плотность серого вещества выше, чем белого, поэтому в норме данное отношение выше единицы [12].

В метаанализе 2018 г., в который включено 1 150 пациентов из 10 ретроспективных исследований, совокупная чувствительность и специфичность снижения соотношения серого и белого вещества при прогнозировании неблагоприятного неврологического исхода составили 29 и 97% соответственно [19]. Похожие результаты представлены в метаанализе 2019 г., в который вошло 20 исследований с общим числом участников 2 327, чувствительность и специфичность – 44 и 97% [11]. Однако оба этих метаанализа включали пациентов, которым исследование проводили в сроки до 48 ч и до 7 дней соответственно. Большинство работ, посвященных оценке данных КТ головного мозга в прогнозировании исхода ПРБ, были одноцентровыми с ретроспективным дизайном. Также серьезным недостатком указанных исследований является отсутствие единого мнения о том, в какой области головного мозга проводить измерение и как влияет целевая гипотермия на прогностическую ценность КТ [32].

Наряду с КТ, **магнитно-резонансная томография (МРТ)** головного мозга является наиболее изученным методом визуализации церебрального повреждения у пациентов с ПРБ [27]. К существенным недостаткам МРТ относится сложность выполнения у пациентов, находящихся на искусственной вентиляции легких. МРТ, как правило, выполняется позже, чем КТ, в большинстве случаев из-за тяжести состояния больных, удается выполнить исследование только через 48 ч и более после клинической смерти. Степень отека головного мозга можно измерить по отклонениям в коэффициенте диффузии или по наличию сигнала высокой интенсивности на диффузно-взвешенной МРТ [16].

В отличие от клинического осмотра и ЭЭГ, результаты визуализирующих исследований не зависят от применения седативных препаратов. Главные их ограничения – отсутствие стандартизации методов измерения и невозможность проведения у постели пациента.

## Заключение

В настоящее время не существует единого прогностического критерия неблагоприятного неврологического исхода, обладающего 100%-ной чувствительностью и специфичностью. Прогнозирование исхода ПРБ должно основываться на мультимодальном подходе с привлечением врачей смежных специальностей и использованием методов лабораторной и инструментальной диагностики. Цель прогнозирования неврологического исхода у па-

циентов, переживших клиническую смерть, заключается в определении тактики ведения больного и оптимизации объема интенсивной терапии, а также

психологической подготовке членов семьи больного к возможным неблагоприятным результатам лечения.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

**Conflict of Interests.** The authors state that they have no conflict of interests.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аврущенко М. Ш., Острова И. В., Волков А. В. и др. Постреанимационные изменения морфофункционального состояния нервных клеток: значение в патогенезе энцефалопатий // *Общая реаниматология*. – 2006. – Т. 2, № 6. – С. 85–96. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2006-6-85-96>.
2. Бридько В. И., Шмаков А. С., Журавлев Д. Е. и др. Основные закономерности и исходы постреанимационной болезни // *Университетская медицина Урала*. – 2019. – Т. 5, № 1. – С. 25–27.
3. Голубев А. М., Кузовлев А. Н., Антонова В. В. и др. Молекулярные биомаркеры прогнозирования неврологического исхода после внезапной остановки кровообращения (обзор) // *Общая реаниматология*. – 2018. – Т. 14, № 3. – С. 68–81. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2018-3-68-81>.
4. A randomized clinical study of cardiopulmonary-cerebral resuscitation: design, methods, and patient characteristics. *Brain Resuscitation Clinical Trial I Study Group. Amer. J. Emerg. Med.* – 1986. – Vol. 4, № 1. – P. 72–86. [https://doi.org/10.1016/0735-6757\(86\)90255-X](https://doi.org/10.1016/0735-6757(86)90255-X).
5. Callaway C.W., Donnino M.W., Fink E.L. et al. Part 8: Post-Cardiac Arrest Care: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care // *Circulation*. – 2015. – Vol. 132, № 18 (2). – P. 465–482. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000262>.
6. Dragancea I., Horn J., Kuiper M. et al. Neurological prognostication after cardiac arrest and targeted temperature management 33°C versus 36°C: Results from a randomised controlled clinical trial // *Resuscitation*. – 2015. – Vol. 93. – P. 164–170. <https://doi.org/10.1186/s13054-018-2060-7>.
7. Drohan C.M., Cardi A.L., Rittenberg J.C. et al. Effect of sedation on quantitative electroencephalography after cardiac arrest // *Resuscitation*. – 2018. – Vol. 124. – P. 132–137. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.11.068>.
8. Golan E., Barrett K., Alali A.S. et al. Predicting neurologic outcome after targeted temperature management for cardiac arrest: systematic review and meta-analysis // *Crit. Care Med.* – 2014. – Vol. 42, № 8. – P. 1919–1930. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000000335>.
9. Greer D.M., Yang J., Scripko P.D. et al. Clinical examination for prognostication in comatose cardiac arrest patients // *Resuscitation*. – 2013. – Vol. 84. – P. 1546–1551. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.07.028>.
10. Haywood K., Whitehead L., Nadkarni V.M. et al. COSCA (Core Outcome Set for Cardiac Arrest) in adults: an advisory statement from the International Liaison Committee on Resuscitation // *Circulation*. – 2018. – Vol. 137, № 22. – P. 783–801. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000562>.
11. Hong J.Y., Lee D.H., Oh J.H. et al. Grey-white matter ratio measured using early unenhanced brain computed tomography shows no correlation with neurological outcomes in patients undergoing targeted temperature management after cardiac arrest // *Resuscitation*. – 2019. – Vol. 140. – P. 161–169. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.03.039>.
12. Nolan J.P., Soar J., Cariou A. et al. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine Guidelines for Post-resuscitation Care 2015: Section 5 of the European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 // *Resuscitation*. – 2015. – Vol. 95. – P. 202–222. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.018>.
13. Kiehl E.L., Parker A.M., Matar R.M. et al. C-GRaPH: A validated scoring system for early stratification of neurologic outcome after out-of-hospital cardiac arrest treated with targeted temperature management // *J. American Heart Association*. – 2017. – Vol. 6, № 5. – e003821. <https://doi.org/10.1161/JAHA.116.003821>.
14. Kiguchi T., Okubo M., Nishiyama C. et al. Out-of-hospital cardiac arrest across the World: First report from the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) // *Resuscitation*. – 2020. – Vol. 152. – P. 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.02.044>.
15. Luescher T., Mueller J., Isenschmid C. et al. Neuron-specific enolase (NSE) improves clinical risk scores for prediction of neurological outcome and death in cardiac arrest patients: Results from a prospective trial // *Resuscitation*. – 2019. – Vol. 142. – P. 50–60. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.07.003>.

## REFERENCES

1. Avruschenko M.Sh., Ostrova I.V., Volkov A.V. et al. Postresuscitation changes in the morphofunctional state of nerve cells: significance in encephalopathy pathogenesis. *Obschaya Reanimatologiya*, 2006, vol. 2, no. 6, pp. 85–96. (In Russ.) <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2006-6-85-96>.
2. Bridko V.I., Shmakov A.S., Zhuravlev D.E. et al. The main patterns and outcomes of post-cardiac arrest syndrome. *Universitetskaya Meditsina Urala*, 2019, vol. 5, no. 1, pp. 25–27. (In Russ.)
3. Golubev A.M., Kuzovlev A.N., Antonova V.V. et al. Molecular biomarkers for predicting neurological outcome after sudden circulatory arrest (review). *Obschaya Reanimatologiya*, 2018, vol. 14, no. 3, pp. 68–81. (In Russ.) <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2018-3-68-81>.
4. A randomized clinical study of cardiopulmonary-cerebral resuscitation: design, methods, and patient characteristics. *Brain Resuscitation Clinical Trial I Study Group. Amer. J. Emerg. Med.*, 1986, vol. 4, no. 1, pp. 72–86. [https://doi.org/10.1016/0735-6757\(86\)90255-X](https://doi.org/10.1016/0735-6757(86)90255-X).
5. Callaway C.W., Donnino M.W., Fink E.L. et al. Part 8: Post-Cardiac Arrest Care: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, 2015, vol. 132, no. 18 (2), pp. 465–482. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000262>.
6. Dragancea I., Horn J., Kuiper M. et al. Neurological prognostication after cardiac arrest and targeted temperature management 33°C versus 36°C: Results from a randomised controlled clinical trial. *Resuscitation*, 2015, vol. 93, pp. 164–170. <https://doi.org/10.1186/s13054-018-2060-7>.
7. Drohan C.M., Cardi A.L., Rittenberg J.C. et al. Effect of sedation on quantitative electroencephalography after cardiac arrest. *Resuscitation*, 2018, vol. 124, pp. 132–137. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.11.068>.
8. Golan E., Barrett K., Alali A.S. et al. Predicting neurologic outcome after targeted temperature management for cardiac arrest: systematic review and meta-analysis. *Crit. Care Med.*, 2014, vol. 42, no. 8, pp. 1919–1930. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000000335>.
9. Greer D.M., Yang J., Scripko P.D. et al. Clinical examination for prognostication in comatose cardiac arrest patients. *Resuscitation*, 2013, vol. 84, pp. 1546–1551. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.07.028>.
10. Haywood K., Whitehead L., Nadkarni V.M. et al. COSCA (Core Outcome Set for Cardiac Arrest) in adults: an advisory statement from the International Liaison Committee on Resuscitation. *Circulation*, 2018, vol. 137, no. 22, pp. 783–801. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000562>.
11. Hong J.Y., Lee D.H., Oh J.H. et al. Grey-white matter ratio measured using early unenhanced brain computed tomography shows no correlation with neurological outcomes in patients undergoing targeted temperature management after cardiac arrest. *Resuscitation*, 2019, vol. 140, pp. 161–169. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.03.039>.
12. Nolan J.P., Soar J., Cariou A. et al. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine Guidelines for Post-resuscitation Care 2015: Section 5 of the European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. *Resuscitation*, 2015, vol. 95, pp. 202–222. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.018>.
13. Kiehl E.L., Parker A.M., Matar R.M. et al. C-GRaPH: A validated scoring system for early stratification of neurologic outcome after out-of-hospital cardiac arrest treated with targeted temperature management. *J. American Heart Association*, 2017, vol. 6, no. 5, e003821. <https://doi.org/10.1161/JAHA.116.003821>.
14. Kiguchi T., Okubo M., Nishiyama C. et al. Out-of-hospital cardiac arrest across the World: First report from the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). *Resuscitation*, 2020, vol. 152, pp. 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.02.044>.
15. Luescher T., Mueller J., Isenschmid C. et al. Neuron-specific enolase (NSE) improves clinical risk scores for prediction of neurological outcome and death in cardiac arrest patients: Results from a prospective trial. *Resuscitation*, 2019, vol. 142, pp. 50–60. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.07.003>.

16. Lupton J.R., Kurz M. C., Daya M. R. Neurologic prognostication after resuscitation from cardiac arrest // *J. Amer. College Emerg. Physic. Open*. – 2020. – Vol. 1, № 4. – P. 333–341. <https://doi.org/10.1002/emp2.12109>.
17. Martinell L., Nielsen N., Herlitz J. et al. Early predictors of poor outcome after out-of-hospital cardiac arrest // *Crit. care*. – 2017. – Vol. 21, № 1. – P. 96. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1677-2>.
18. Maupain C., Bougouin W., Lamhaut L. et al. The CAHP (Cardiac Arrest Hospital Prognosis) score: a tool for risk stratification after out-of-hospital cardiac arrest // *Eur. Heart J.* – 2016. – Vol. 37, № 42. – P. 3222–3228. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv556>.
19. Na M.K., Kim W., Lim T.H. et al. Gray matter to white matter ratio for predicting neurological outcomes in patients treated with target temperature management after cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis // *Resuscitation*. – 2018. – Vol. 132. – P. 21–28. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.08.024>.
20. Park J.H., Wee J.H., Choi S.P. et al. Assessment of serum biomarkers and coagulation/fibrinolysis markers for prediction of neurological outcomes of out of cardiac arrest patients treated with therapeutic hypothermia // *Clin. Experim. Emerg. Med.* – 2019. – Vol. 6, № 1. – P. 9–18. <https://doi.org/10.15441/ceem.17.273>.
21. Paul M., Bougouin W., Geri G. et al. Delayed awakening after cardiac arrest: prevalence and risk factors in the Parisian registry // *Intens. Care Med.* – 2016. – Vol. 42, № 7. – P. 1128–1136. <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4349-9>.
22. Rankin J. Cerebral vascular accidents in patients over the age of 60. II. Prognosis // *Scottish Med J.* – 1957. – Vol. 2, № 5. – P. 200–215. <https://doi.org/10.1177/003693305700200504>.
23. Reynolds A. S., Rohaut B., Holmes M. G. et al. Early myoclonus following anoxic brain injury // *Neurology*. – 2018. – Vol. 8, № 3. – P. 249–256. <https://doi.org/10.1212/CPJ.0000000000000466>.
24. Ruijter B. J., van Putten M. J. A. M., van den Bergh W. M. et al. Propofol does not affect the reliability of early EEG for outcome prediction of comatose patients after cardiac arrest // *Clin. Neurophysiol.* – 2019. – Vol. 130, № 8. – P. 1263–1270. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.04.707>.
25. Samaniego E. A., Mlynash M., Caulfield A. F. et al. Sedation confounds outcome prediction in cardiac arrest survivors treated with hypothermia // *Neurocrit. Care*. – 2011. – Vol. 15, № 1. – P. 113–119. <https://doi.org/10.1007/s12028-010-9412-8>.
26. Sandroni C., Cavallaro F., Callaway C. W. et al. Predictors of poor neurological outcome in adult comatose survivors of cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. Part 1: patients not treated with therapeutic hypothermia // *Resuscitation*. – 2013. – Vol. 84, № 10. – P. 1310–1323. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.06.020>.
27. Sandroni C., D'Arrigo S., Cacciola S. et al. Prediction of poor neurological outcome in comatose survivors of cardiac arrest: a systematic review // *Intens. Care Med.* – 2020. – Vol. 46, № 10. – P. 1803–1851. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06198-w>.
28. Sandroni C., D'Arrigo S., Nolan J.P. Prognostication after cardiac arrest // *Crit. Care*. – 2018. – Vol. 22, № 1. – P. 150. <https://doi.org/10.1186/s13054-018-2060-7>.
29. Selig C., Riegger C., Dirks B. et al. Bispectral index (BIS) and suppression ratio (SR) as an early predictor of unfavourable neurological outcome after cardiac arrest // *Resuscitation*. – 2014. – Vol. 85, № 2. – P. 221–226. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.11.008>.
30. Solari D., Rossetti A.O., Carteron L. et al. Early prediction of coma recovery after cardiac arrest with blinded pupillometry // *Ann. Neurol.* – 2017. – Vol. 81, № 6. – P. 804–810. <https://doi.org/10.1002/ana.24943>.
31. Sondag L., Ruijter B. J., Tjepkema-Cloostermans M. C. et al. Early EEG for outcome prediction of postanoxic coma: prospective cohort study with cost-minimization analysis // *Crit. Care*. – 2017. – Vol. 21, № 1. – P. 111. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1693-2>.
32. Sonnier M., Rittenberger J.C. State-of-the-art considerations in post-arrest care // *J. Amer. College of Emergency Physicians Open*. – 2020. – Vol. 1, № 2. – P. 107–116. <https://doi.org/10.1002/emp2.12022>.
33. Suys T., Bouzat P., Marques-Vidal P. et al. Automated quantitative pupillometry for the prognostication of coma after cardiac arrest // *Neurocrit. Care*. – 2014. – Vol. 21, № 2. – P. 300–308. <https://doi.org/10.1007/s12028-014-9981-z>.
34. Westhall E., Rossetti A.O., van Rootselaar A.F. et al. Standardized EEG interpretation accurately predicts prognosis after cardiac arrest // *Neurology*. – 2016. – Vol. 86, № 16. – P. 1482–1490. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000002462>.
35. Wiberg S., Hassager C., Stammet P. et al. Single versus serial measurements of neuron-specific enolase and prediction of poor neurological outcome in persistently unconscious patients after out-of-hospital cardiac arrest - a TTM-trial substudy // *PLoS one*. – 2017. – Vol. 12, № 1. – e0168894. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168894>.
16. Lupton J.R., Kurz M.C., Daya M.R. Neurologic prognostication after resuscitation from cardiac arrest. *J. Amer. College Emerg. Physic. Open*, 2020, vol. 1, no. 4, pp. 333–341. <https://doi.org/10.1002/emp2.12109>.
17. Martinell L., Nielsen N., Herlitz J. et al. Early predictors of poor outcome after out-of-hospital cardiac arrest. *Crit. Care*, 2017, vol. 21, no. 1, pp. 96. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1677-2>.
18. Maupain C., Bougouin W., Lamhaut L. et al. The CAHP (Cardiac Arrest Hospital Prognosis) score: a tool for risk stratification after out-of-hospital cardiac arrest. *Eur. Heart J.*, 2016, vol. 37, no. 42, pp. 3222–3228. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv556>.
19. Na M.K., Kim W., Lim T.H. et al. Gray matter to white matter ratio for predicting neurological outcomes in patients treated with target temperature management after cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*, 2018, vol. 132, pp. 21–28. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.08.024>.
20. Park J.H., Wee J.H., Choi S.P. et al. Assessment of serum biomarkers and coagulation/fibrinolysis markers for prediction of neurological outcomes of out of cardiac arrest patients treated with therapeutic hypothermia. *Clin. Experim. Emerg. Med.*, 2019, vol. 6, no. 1, pp. 9–18. <https://doi.org/10.15441/ceem.17.273>.
21. Paul M., Bougouin W., Geri G. et al. Delayed awakening after cardiac arrest: prevalence and risk factors in the Parisian registry. *Intens. Care Med.*, 2016, vol. 42, no. 7, pp. 1128–1136. <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4349-9>.
22. Rankin J. Cerebral vascular accidents in patients over the age of 60. II. Prognosis. *Scottish Med J.*, 1957, vol. 2, no. 5, pp. 200–215. <https://doi.org/10.1177/003693305700200504>.
23. Reynolds A.S., Rohaut B., Holmes M.G. et al. Early myoclonus following anoxic brain injury. *Neurology*, 2018, vol. 8, no. 3, pp. 249–256. <https://doi.org/10.1212/CPJ.0000000000000466>.
24. Ruijter B.J., van Putten M.J.A.M., van den Bergh W.M. et al. Propofol does not affect the reliability of early EEG for outcome prediction of comatose patients after cardiac arrest. *Clin. Neurophysiol.*, 2019, vol. 130, no. 8, pp. 1263–1270. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.04.707>.
25. Samaniego E.A., Mlynash M., Caulfield A.F. et al. Sedation confounds outcome prediction in cardiac arrest survivors treated with hypothermia. *Neurocrit. Care*, 2011, vol. 15, no. 1, pp. 113–119. <https://doi.org/10.1007/s12028-010-9412-8>.
26. Sandroni C., Cavallaro F., Callaway C.W. et al. Predictors of poor neurological outcome in adult comatose survivors of cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. Part 1: patients not treated with therapeutic hypothermia. *Resuscitation*, 2013, vol. 84, no. 10, pp. 1310–1323. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.06.020>.
27. Sandroni C., D'Arrigo S., Cacciola S. et al. Prediction of poor neurological outcome in comatose survivors of cardiac arrest: a systematic review. *Intens. Care Med.*, 2020, vol. 46, no. 10, pp. 1803–1851. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06198-w>.
28. Sandroni C., D'Arrigo S., Nolan J.P. Prognostication after cardiac arrest. *Crit. Care*, 2018, vol. 22, no. 1, pp. 150. <https://doi.org/10.1186/s13054-018-2060-7>.
29. Selig C., Riegger C., Dirks B. et al. Bispectral index (BIS) and suppression ratio (SR) as an early predictor of unfavourable neurological outcome after cardiac arrest. *Resuscitation*, 2014, vol. 85, no. 2, pp. 221–226. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.11.008>.
30. Solari D., Rossetti A.O., Carteron L. et al. Early prediction of coma recovery after cardiac arrest with blinded pupillometry. *Ann. Neurol.*, 2017, vol. 81, no. 6, pp. 804–810. <https://doi.org/10.1002/ana.24943>.
31. Sondag L., Ruijter B.J., Tjepkema-Cloostermans M.C. et al. Early EEG for outcome prediction of postanoxic coma: prospective cohort study with cost-minimization analysis. *Crit. Care*, 2017, vol. 21, no. 1, pp. 111. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1693-2>.
32. Sonnier M., Rittenberger J.C. State-of-the-art considerations in post-arrest care. *J. Amer. College of Emergency Physicians Open*, 2020, vol. 1, no. 2, pp. 107–116. <https://doi.org/10.1002/emp2.12022>.
33. Suys T., Bouzat P., Marques-Vidal P. et al. Automated quantitative pupillometry for the prognostication of coma after cardiac arrest. *Neurocrit. Care*, 2014, vol. 21, no. 2, pp. 300–308. <https://doi.org/10.1007/s12028-014-9981-z>.
34. Westhall E., Rossetti A.O., van Rootselaar A.F. et al. Standardized EEG interpretation accurately predicts prognosis after cardiac arrest. *Neurology*, 2016, vol. 86, no. 16, pp. 1482–1490. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000002462>.
35. Wiberg S., Hassager C., Stammet P. et al. Single versus serial measurements of neuron-specific enolase and prediction of poor neurological outcome in persistently unconscious patients after out-of-hospital cardiac arrest – a TTM-trial substudy. *PLoS one*, 2017, vol. 12, no. 1. – e0168894. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168894>.

36. Witten L., Gardner R., Holmberg M. J. et al. Reasons for death in patients successfully resuscitated from out-of-hospital and in-hospital cardiac arrest // *Resuscitation*. – 2019. – Vol. 136. – P. 93–99. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.01.031>.
36. Witten L., Gardner R., Holmberg M.J. et al. Reasons for death in patients successfully resuscitated from out-of-hospital and in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, 2019, vol. 136, pp. 93-99. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.01.031>.

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:**

*Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «РНМАПО» МЗ РФ, 664049, г. Иркутск, мкр. Юбилейный, д. 100.*

**Маркова Татьяна Георгиевна**

*ординатор кафедры анестезиологии и реаниматологии.*

*E-mail: tatianamarkova19@gmail.com*

**Брагина Наталья Викторовна**

*кандидат медицинских наук, доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии.*

*E-mail: likholetova.nat@yandex.ru*

**Горбачёв Владимир Ильич**

*доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии.*

*E-mail: gorbachevvi@yandex.ru*

**INFORMATION ABOUT AUTHORS:**

*Irkutsk State Medical Academy Postgraduate Education, Branch of Russian Medical Academy for Professional Development, 100, Yubileyny R.D., Irkutsk, 664049.*

**Tatiana G. Markova**

*Resident Physician of Anesthesiology and Intensive Care Department.*

*Email: tatianamarkova19@gmail.com*

**Natalia V. Bragina**

*Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of Anesthesiology and Intensive Care Department.*

*Email: likholetova.nat@yandex.ru*

**Vladimir I. Gorbachev**

*Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Anesthesiology and Intensive Care Department.*

*Email: gorbachevvi@yandex.ru*