

УДК 616.12-008.313.315+577.17

DOI: 10.55359/2782-3296.2022.25.35.008

ТРОЙНАЯ КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕРАПИЯ (ВАЗОПРЕССИН, АДРЕНАЛИН, СТЕРОИДЫ) И НОВЫЕ ТЕХНИКИ СЕРДЧЕНО-ЛЕГОЧНОЙ РЕАНИМАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

*Сорочинская Е.В.**Государственная образовательная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», г. Донецк*

Резюме. В обзоре литературы рассматривается эффективность применения новых техник при проведении сердечно-легочной реанимации.

Ключевые слова: сердечно-легочная реанимация, вазопрессин, адреналин, стероиды, выживаемость, компрессия-декомпрессия брюшной полости, диастолическое артериальное давление, возвышенное положение головы.

TRIPLE COMBINATION THERAPY (VASOPRESSIN, ADRENALIN, STEROIDS) AND NEW TECHNIQUES OF CARDIO-PULMONARY REANIMATION (LITERATURE REVIEW)

*Sorochinskaya E. V.**State educational Organization of higher professional education «Donetsk National Medical University named after M. Gorky», Donetsk*

Summary. The review of the literature examines the effectiveness of the use of new techniques during cardiopulmonary resuscitation.

Keywords: cardiopulmonary resuscitation, vasopressin, adrenaline, steroids, survival, compression-decompression of the abdominal cavity, diastolic blood pressure, head elevation.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Остановка сердца является наиболее серьезной проблемой, с которой сталкивается каждый врач [1]. Во всем мире не решена проблема выживаемости после сердечно-легочной реанимации. Менее 10% пациентов доживают до выписки из стационара, а выживаемость с хорошим неврологическим исходом еще ниже [2, 3, 4]. Таким образом, изучение возможности улучшения проведения сердечно-легочной реанимации повышает шансы больных на выживаемость, минимизацию постреанимационных осложнений. Изучение эффективности применения тройной комбинированной терапии (вазопрессин, адреналин, стероиды) и новых техник сердечно-легочной реанимации (СЛР) при остановке сердечной деятельности актуальна и целесообразна.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проанализировать актуальные опубликованные данные литературы в области

сердечно-легочной реанимации, выявление влияния новых техник на выживаемость пациентов и неврологические исходы при проведении СЛР.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проанализирована литература из ресурсов Biomed central, посвященная изучаемой проблеме.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На данный момент, оптимизация методов СЛР является одним из ведущих направлений научных исследований. В статье Li, H., Wang, C., Zhang, H. et al. сообщается, что при проведении компрессии грудной клетки и компрессионно-декомпрессионной СЛР брюшной полости, что большее количество пациентов выживали до выписки из больницы, имели лучшие неврологические исходы в соответствии с их статусом согласно шкале Cerebral Performance Categories (CPC) и продемонстрировали значительное улучшение выживаемости по сравнению с

Обзоры литературы



Рисунок 1 А, В - устройство для компрессии-декомпрессии брюшной полости;

С - применение устройства для компрессии-декомпрессии брюшной полости; D - компрессия грудной клетки и компрессионно-декомпрессионная СЛР брюшной полости

с теми, кто получал стандартную (компрессию грудной клетки) сердечно-легочную реанимацию. Шкала СРС классифицирует неврологические исходы следующим образом: СРС 1 – хорошие показатели; СРС 2 – умеренная инвалидность; СРС 3 – тяжелая инвалидность; СРС 4 – коматозное или стойкое вегетативное состояние; и СРС 5 – смерть мозга или смерть пациента [5].

При комбинации абдоминальной компрессии-декомпрессии и компрессии грудной клетки увеличивается венозное наполнение сердца (венозный возврат), что приводит к повышению коронарного перфузионного давления и увеличению притока крови к жизненно важным органам [6, 7, 8]. При таком комбинированном методе расслабление грудной клетки во время абдоминальной компрессии ведет к увеличению венозного возврата к грудной клетке за счет отрицательного внутригрудного давления. Кроме того, декомпрессия брюшной полости во время компрессии грудной клетки приводит к увеличению кровотока за счет снижения постнагрузки. Для миокардиального кровотока лучший 48-часовой результат был зарегистрирован при использовании комбинированного метода по сравнению со стандартной сердечно-легочной реанимацией [9, 10, 11, 12].

По-нашему мнению, данный метод хо-

рош, так как может использоваться у пациентов с деформацией грудной клетки, переломами ребер или гемопневмотораксом. Следует отметить, что без установленного желудочного зонда использовать комбинированный метод рискованно, поскольку сильное нажатие на брюшную полость, может привести к аспирации. Хотя, этот метод является ценным.

При проведении сердечно-легочной реанимации у большинства детей в возрасте от 1 года до полового созревания для сжатия грудной клетки можно использовать одну или две руки [13, 14, 15, 16, 17]. В исследовании Tsou, JY., Kao, CL., Tu, YF. et al., говорится, что двуручная наружная компрессия грудной клетки у детей обеспечивает более плавное усилие, более равномерное распределение давления и более эффективное сжатие, вызывая при этом меньше усталости и дискомфорта/боли у спасателя, чем одноручная наружная компрессия. Если возможно, то следует применять двуручную, а не одноручную наружную компрессию грудной клетки во время СЛР, чтобы оптимизировать биомеханическую эффективность и комфорт спасателя [18].

В мире давно отказались от введения глюкортикостероидов и других лекарственных веществ, кроме адреналина при проведении сердечно-легочной реанима-

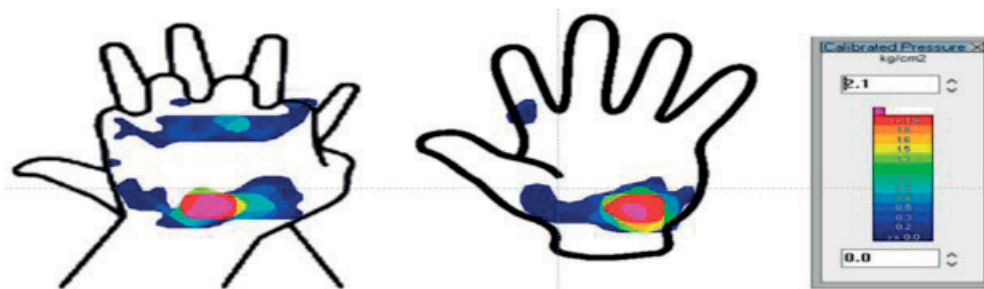


Рисунок 2 Размещение рук при СЛР

Однако в исследовании Saghafi, F., Bagheri, N., Salehi-Abargouei, A. et al. показали, что тройная терапия адреналином, вазопрессином и стероидами значительно увеличила выживаемость при сердечно-легочной реанимации за счет восстановления спонтанного кровообращения в течение как минимум 15 минут. Следует отметить, что установление возврата к спонтанному кровообращению не обязательно означает более высокую выживаемость и благоприятный исход для больных при остановки сердечной деятельности.

Тем не менее, на сегодняшний день, от врача требуется не только возврат к спонтанному кровообращению, но и выживаемость после СЛР, полное восстановление когнитивных функций при выписке из больницы. У выживших после остановки сердца тяжелые церебральные нарушения встречаются в 25–50% случаев [18]. В исследовании Andersen et al. неврологический статус измерялся по шкале CPC, благоприятный неврологический исход наблюдался у 7,6% пациентов как в группе вмешательства, так и в контрольной группе во время первого цикла СЛР, на 30-й день без существенной разницы между двумя группами исследования (значение $p > 0,99$) [19]. Неврологически благоприятная выживаемость до выписки из больницы оценивалась в исследовании Mentzelopoulos et al., где неврологическая недостаточность определялась по шкале комы Глазго (ШКГ) < 9 баллов. Результаты этого исследования показали значительное улучшение выживаемости до выписки из больницы с благоприятным неврологическим статусом [20].

На данный момент существует недостаточное количество исследований, подтверждающих улучшение стероидами во время СЛР гемодинамической стабильности, что связано с высокими показателями

восстановления спонтанного кровообращения, коэффициентом выживаемости к выписке и выживаемостью после выписки из больницы [21, 22, 23]. Считается, что механизм действия стероидов заключается в ингибировании свободнорадикального перекисного окисления липидов, окислительного стресса, апоптоза миокарда, церебрального повреждения и уменьшения выраженных системных воспалительных реакций, которые имеют место после остановки сердечной деятельности [24, 25, 26]. Кроме того, стероиды обеспечивают защиту от разрушения эндотелиального гликокаликсного барьера и интерстициального отека [28]. Они также помогают поддерживать сердечно-сосудистую стабильность за счет сохранения работы миокарда, ингибирования обратного захвата катехоламинов и усиления сосудосуживающих свойств катехоламинов для сохранения системного сосудистого сопротивления [29]. Более того, они усиливают сократительную реакцию за счет усиления адренергической активности [30].

С другой стороны, имеющиеся данные указывают на то, что низкий уровень кортизола в сыворотке связан с нестабильной гемодинамикой после остановки сердца и меньшей выживаемостью [31].

Предполагается, что вазоплегия и патологическая вазодилатация после возврата спонтанного кровообращения, способствуют относительному дефициту вазопрессина [32], вследствие вторичной надпочечниковой недостаточности. Было показано, что введение вазопрессоров приводит к увеличению концентрации кортизола в плазме и улучшению перфузии коры надпочечников и мозгового вещества, что способствует сохранению сосудистого тонуса [33].

Вслед за остановкой сердца имеют место ишемия и поражение всех тканей и органов, основными из которых являются

поражение головного мозга, дисфункция миокарда, ишемически-реперфузионное повреждение, постоянная провоцирующая патология (которая вызвала или способствовала самой остановке сердца). [34]. Эти четыре компонента могут определять нейрогормональные реакции после остановки сердца. Компенсаторные реакции больного на фоне этих патофизиологических процессов направлены на поддержание микроциркуляции, улучшение коронарной перфузии и сократительной функции сердца [35].

Вазоплегия — это патологическое явление, проявляющееся тяжелой стойкой гипотензией (среднее артериальное давление (САД) <50 мм рт. ст.) и низким системным сосудистым сопротивлением, несмотря на нормальный или повышенный сердечный выброс [36]. О нем часто сообщают после синдрома ишемии-реперфузии, который сам по себе является основным компонентом остановки сердца [37].

Имеются сообщения о снижении уровня вазопрессина у пациентов, у которых развилась вазоплегия вследствие других состояний. Также было обнаружено, что введение вазопрессина улучшает коронарную и артериальную перфузию через опосредование пуринаргических рецепторов P2, не вызывая дополнительной нагрузки на сердце [38, 39]. Вазопрессин индуцирует секрецию эндогенного кортизола и улучшает реакцию сосудов на экзогенные катехоламины [40, 41]. Более того, вазопрессин усиливает перфузию сосудов головного мозга и почек, увеличивает концентрацию внутриклеточного кальция и ослабляет секрецию воспалительных цитокинов. Из этого следует, что вазопрессин может снизить уровень смертности за счет улучшения притока крови к жизненно важным органам, снижения потребности в экзогенных катехоламинах и их последующих побочных эффектов [42].

Существует гипотеза о том, что уровень диастолического артериального давления может отражать тяжесть постасистолического синдрома. Исследование Chi, CY., et al. показало, что более высокие значения диастолического артериального давления на раннем постреанимационном этапе коррелирует с хорошими исходами. Диастолическое артериальное давление больше

связано с периферическим сосудистым сопротивлением, если функция аортального клапана не нарушена [43, 44, 45, 46].

Учитывая, характерное для сепсиса снижение тонуса периферических сосудов, на основании проведенных исследований, предполагается, что более надежным предиктором положительных исходов у пациентов с септическим шоком является именно диастолическое давление, чем систолическое [45, 46]. Диастолическое артериальное давление также тесно связано с коронарной перфузией во время диастолической фазы [47]. Улучшение коронарной перфузии является ключевым фактором успешной реанимации [48]. Более высокие значения диастолического артериального давления во время СЛР были связаны с большей вероятностью возврата спонтанного кровообращения у детей [49].

Так, одна из теорий предполагает, что диастолическое артериальное давление взаимосвязано с коронарным перфузионным давлением. Следовательно, диастолическое артериальное давление напрямую ведет к лучшей перфузии миокарда и большему шансу на выживание. Другая теория, основной мыслью которой является то, что уровень диастолического артериального давления отражает тяжесть постасистолического синдрома [44, 50]. Постасистолический синдром включает системную ишемию и реперфузионное повреждение, подобно септическому шоку и может вызывать потерю тонуса периферических сосудов [50]. Существует предположение, что пациенты с остановкой сердца с появлением ритма (ФЖ/ЖТ без пульса), требующего дефибрилляции, и сердечной этиологией имели более короткое время отсутствия кровотока, меньший ишемический стресс и меньшее проявление постасистолического синдрома, чем пациенты без дефибрилляции некардиальной этиологии [51, 52, 53].

Эта гипотеза коррелирует с выводами о том, что пациенты с более высоким уровнем диастолического давления имели более высокий шанс возникновения ритма (ФЖ/ЖТ без пульса), требующего дефибрилляции, кардиогенной остановки сердца [54].

В нейрохирургии давно используется head-up position, так в исследовании

Huang, CC., Chen, KC., Lin, ZY. et al. на мышах показано, что при СЛР постепенное поднятие головы и грудной клетки после короткого интервала стимуляции кровообращения с помощью устройств Active compression-decompression (ACD) и Impedance threshold device (ITD) повышается коронарное перфузионное давление, снижается внутричерепное давление, значительно улучшает церебральное перфузионное давление при сохранении среднего артериального давления. Этот эффект является быстрым, остается устойчивым и связан с благоприятным исходом [55].

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучив все вышеуказанные исследования, мы сделали следующие выводы:

1) применение тройной комбинированной терапии (вазопрессин, адреналин, стероиды), комбинация абдоминальной компрессии-декомпрессии и компрессии грудной клетки увеличивают выживаемость пациентов, улучшают неврологические исходы после выписки из больницы;

2) у детей в возрасте от 1 года до полового созревания двуручная наружная компрессия грудной клетки обеспечивает более плавное усилие, более равномерное распределение давления и более эффективное сжатие, вызывая при этом меньше усталости и дискомфорта, боли у спасателя.

3) при восстановлении спонтанного кровообращения, высокое значение диастолического артериального давления является независимым гемодинамическим предиктором положительного исхода. Высокий уровень диастолического артериального давления коррелирует с ритмом (ФЖ/ЖТ без пульса), требующего дефибрилляции, кардиогенной остановки сердца. Это открытие подтверждает гипотезу о том, что уровень диастолического артериального давления может отражать тяжесть ишемического стресса или постасистолического синдрома.

4) возвышенное положение головы и грудной клетки может увеличить благоприятные исходы при СЛР с помощью устройств ACD, ITD, повышая коронарное перфузионное давление, снижая внутриче-

репное давление и значительно улучшая церебральное перфузионное давление при сохранении среднего артериального давления.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение новых техник сердечно-легочной реанимации, увеличивая выживаемость пациентов и улучшая неврологические исходы после остановки сердечной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Porzer M, Mrazkova E, Homza M, Janout V. Out-of-hospital cardiac arrest. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub. 2017 Dec;161(4):348-353. doi: 10.5507/bp.2017.054. Epub 2017 Dec 13. PMID: 29235577.
2. Buick JE, Drennan IR, Scales DC, Brooks SC, Byers A, Cheskes S, Dainty KN, Feldman M, Verbeek PR, Zhan C, Kiss A, Morrison LJ, Lin S; Rescu Investigators. Improving Temporal Trends in Survival and Neurological Outcomes After Out-of-Hospital Cardiac Arrest. Circ Cardiovasc Qual Outcomes. 2018 Jan;11(1):e003561. doi: 10.1161/CIRCOUTCOMES.117.003561. PMID: 29317455; PMCID: PMC5791528.
3. eh HF, Ong HN, Lee BC, Huang CH, Huang CC, Chang WT, Chen WJ, Tsai MS. The Use of Gray-White-Matter Ratios May Help Predict Survival and Neurological Outcomes in Patients Resuscitated From Out-of-Hospital Cardiac Arrest. J Acute Med. 2020 Jun 1;10(2):77-89. doi: 10.6705/j.jacme.202003_10(2).0004. PMID: 32995159; PMCID: PMC7517965.
4. Fukushima H, Asai H, Seki T, Takano K, Bolstad F. The effect of 10-min dispatch-assisted cardiopulmonary resuscitation training: a randomized simulation pilot study. Int J Emerg Med. 2020 Jun 11;13(1):31. doi: 10.1186/s12245-020-00287-9. PMID: 32527221; PMCID: PMC7291724.
5. Jennett B, Bond M. Assessment of outcome after severe brain damage. Lancet. 1975 Mar 1;1(7905):480-4. doi: 10.1016/s0140-6736(75)92830-5. PMID: 46957.
6. Plaisance P, Lurie KG, Vicaut E, Adnet F, Petit JL, Epain D, Ecollan P, Gruat R,

- Cavagna P, Biens J, Payen D. A comparison of standard cardiopulmonary resuscitation and active compression-decompression resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. French Active Compression-Decompression Cardiopulmonary Resuscitation Study Group. *N Engl J Med*. 1999 Aug 19;341(8):569-75. doi: 10.1056/NEJM199908193410804. PMID: 10451462.
7. Arntz HR, Agrawal R, Richter H, Schmidt S, Rescheleit T, Menges M, Burbach H, Schröder J, Schultheiss HP. Phased chest and abdominal compression-decompression versus conventional cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2001 Aug 14;104(7):768-72. doi: 10.1161/hc3101.093905. PMID: 11502700.
 8. Wang CH, Tsai MS, Chang WT, Huang CH, Ma MH, Chen WJ, Fang CC, Chen SC, Lee CC. Active compression-decompression resuscitation and impedance threshold device for out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and metaanalysis of randomized controlled trials. *Crit Care Med*. 2015 Apr;43(4):889-96. doi: 10.1097/CCM.0000000000000820. PMID: 25517475.
 9. Beyar, R., Kimmel, E., Sideman, S., Dinnar, U., & Kishon, Y. (1984). Effect of thoracic and abdominal pressure waves on blood flow in cardiopulmonary resuscitation. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 27(9), 1473-1483. [https://doi.org/10.1016/0017-9310\(84\)90260-6](https://doi.org/10.1016/0017-9310(84)90260-6)
 10. Wenzel V, Lindner KH, Prengel AW, Strohmenger HU. Effect of phased chest and abdominal compression-decompression cardiopulmonary resuscitation on myocardial and cerebral blood flow in pigs. *Crit Care Med*. 2000 Apr;28(4):1107-12. doi: 10.1097/00003246-200004000-00033. PMID: 10809291.
 11. Babbs CF. CPR techniques that combine chest and abdominal compression and decompression: hemodynamic insights from a spreadsheet model. *Circulation*. 1999 Nov 23;100(21):2146-52. doi: 10.1161/01.cir.100.21.2146. PMID: 10571973.
 12. Geddes, Leslie & Rundell, Ann & Lottes, Aaron & Kemeny, Andre & Otlewski, Michael. (2007). A new cardiopulmonary resuscitation method using only rhythmic abdominal compression - A preliminary report. *The American journal of emergency medicine*. 25. 786-90. 10.1016/j.ajem.2007.04.001.
 13. Atkins DL, Berger S, Duff JP, Gonzales JC, Hunt EA, Joyner BL, Meaney PA, Niles DE, Samson RA, Schexnayder SM. Part 11: Pediatric Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care (Reprint). *Pediatrics*. 2015 Nov;136 Suppl 2:S167-75. doi: 10.1542/peds.2015-3373E. Epub 2015 Oct 14. PMID: 26471386.
 14. Berg, M. D., Schexnayder, S. M., Chameides, L., Terry, M., Donoghue, A., Hickey, R. W., Berg, R. A., Sutton, R. M., & Hazinski, M. F. (2010). Part 13: Pediatric basic life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, 122(SUPPL. 3), S862-S875. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.971085>.
 15. de Caen AR, Maconochie IK, Aickin R, Atkins DL, Biarent D, Guerguerian AM, Kleinman ME, Kloeck DA, Meaney PA, Nadkarni VM, Ng KC, Nuthall G, Reis AG, Shimizu N, Tibballs J, Veliz Pintos R; Pediatric Basic Life Support and Pediatric Advanced Life Support Chapter Collaborators. Part 6: Pediatric Basic Life Support and Pediatric Advanced Life Support: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation*. 2015 Oct 20;132(16 Suppl 1):S177-203. doi: 10.1161/CIR.0000000000000275. Erratum in: *Circulation*. 2016 Aug 30;134(9):e121. PMID: 26472853.
 16. American Heart Association: Part 5. BLS for Infants and Children. . In: Basic Life Support (BLS) Provider Manual 1 Rfc Pap/ edition edn.: Amer Heart Assoc; ; 2016: 45–56.
 17. Topjian AA, Raymond TT, Atkins D, Chan M, Duff JP, Joyner BL Jr, Lasa JJ, Lavonas EJ, Levy A, Mahgoub M, Meckler GD, Roberts KE, Sutton RM, Schexnayder SM; Pediatric Basic and Advanced Life Support Collaborators. Part 4: Pediatric Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2020 Oct 20;142(16_suppl_2):S469-S523. doi: 10.1161/CIR.0000000000000901. Epub 2020 Oct 21. PMID: 33081526.

18. Kao CL, Tsou JY, Hong MY, Chang CJ, Chi CH. Biomechanical analysis of force distribution in one-handed and two-handed adult chest compression: a randomised crossover observational study. *Emerg Med J.* 2022 May;39(5):353-356. doi: 10.1136/emered-2020-210363. Epub 2021 Aug 17. PMID: 34404678.
19. Saghafi, F., Bagheri, N., Salehi-Abargouei, A. et al. Efficacy of combination triple therapy with vasopressin, steroid, and epinephrine in cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis of randomized-controlled trials. *J intensive care* 10, 5 (2022). <https://doi.org/10.1186/s40560-022-00597-5>.
20. Andersen LW, Isbye D, Kjærgaard J, Kristensen CM, Darling S, Zwisler ST, Fisker S, Schmidt JC, Kirkegaard H, Grejs AM, Rossau JRG, Larsen JM, Rasmussen BS, Riddersholm S, Iversen K, Schultz M, Nielsen JL, Løfgren B, Lauridsen KG, Sølling C, Pælestik K, Kjærgaard AG, Due-Rasmussen D, Folke F, Charlot MG, Jepsen RMHG, Wiberg S, Donnino M, Kurth T, Høybye M, Sindberg B, Holmberg MJ, Granfeldt A. Effect of Vasopressin and Methylprednisolone vs Placebo on Return of Spontaneous Circulation in Patients With In-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2021 Oct 26;326(16):1586-1594. doi: 10.1001/jama.2021.16628. PMID: 34587236; PMCID: PMC8482303.
21. Mentzelopoulos SD, Malachias S, Chamos C, Konstantopoulos D, Ntaidou T, Papastylianou A, Kolliantzaki I, Theodoridi M, Ischaki H, Makris D, Zakynthinos E, Zintzaras E, Sourlas S, Aloizos S, Zakynthinos SG. Vasopressin, steroids, and epinephrine and neurologically favorable survival after in-hospital cardiac arrest: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2013 Jul 17;310(3):270-9. doi: 10.1001/jama.2013.7832. PMID: 23860985.
22. Tsai MS, Chuang PY, Yu PH, Huang CH, Tang CH, Chang WT, Chen WJ. Glucocorticoid use during cardiopulmonary resuscitation may be beneficial for cardiac arrest. *Int J Cardiol.* 2016 Nov 1;222:629-635. doi: 10.1016/j.ijcard.2016.08.017. Epub 2016 Aug 4. PMID: 27517652.
23. Tsai MS, Chuang PY, Huang CH, Tang CH, Yu PH, Chang WT, Chen WJ. Postarrest Steroid Use May Improve Outcomes of Cardiac Arrest Survivors. *Crit Care Med.* 2019 Feb;47(2):167-175. doi: 10.1097/CCM.0000000000003468. PMID: 30308548.
24. Niimura T, Zamami Y, Koyama T, Izawa-Ishizawa Y, Miyake M, Koga T, Harada K, Ohshima A, Imai T, Kondo Y, Imanishi M, Takechi K, Fukushima K, Horinouchi Y, Ikeda Y, Fujino H, Tsuchiya K, Tamaki T, Hinotsu S, Kano MR, Ishizawa K. Hydrocortisone administration was associated with improved survival in Japanese patients with cardiac arrest. *Sci Rep.* 2017 Dec 20;7(1):17919. doi: 10.1038/s41598-017-17686-3. PMID: 29263333; PMCID: PMC5738407.
25. Grundmann S, Fink K, Rabadzhieva L, Bourgeois N, Schwab T, Moser M, Bode C, Busch HJ. Perturbation of the endothelial glycocalyx in post cardiac arrest syndrome. *Resuscitation.* 2012 Jun;83(6):715-20. doi: 10.1016/j.resuscitation.2012.01.028. Epub 2012 Feb 1. PMID: 22306259.
26. Aguilar D, Strom J, Chen QM. Glucocorticoid induced leucine zipper inhibits apoptosis of cardiomyocytes by doxorubicin. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2014 Apr 1;276(1):55-62. doi: 10.1016/j.taap.2014.01.013. Epub 2014 Jan 28. PMID: 24480152; PMCID: PMC4131675.
27. Katz L, Vaagenes P, Safar P, Diven W. Brain enzyme changes as markers of brain damage in rat cardiac arrest model. Effects of corticosteroid therapy. *Resuscitation.* 1989 Feb;17(1):39-53. doi: 10.1016/0300-9572(89)90078-6. PMID: 2538900.
28. Chappell D, Jacob M, Hofmann-Kiefer K, Bruegger D, Rehm M, Conzen P, Welsch U, Becker BF. Hydrocortisone preserves the vascular barrier by protecting the endothelial glycocalyx. *Anesthesiology.* 2007 Nov;107(5):776-84. doi: 10.1097/01.anes.0000286984.39328.96. PMID: 18073553.
29. Grünfeld JP, Eloy L. Glucocorticoids modulate vascular reactivity in the rat. *Hypertension.* 1987 Dec;10(6):608-18. doi: 10.1161/01.hyp.10.6.608. PMID: 3692572.
30. Ullian ME. The role of corticosteroids in the regulation of vascular tone. *Cardiovasc Res.* 1999 Jan;41(1):55-64. doi: 10.1016/s0008-6363(98)00230-2. PMID: 10325953.
31. Chalkias A, Xanthos T. Post-cardiac arrest syndrome: Mechanisms and evaluation of adrenal insufficiency. *World J Crit Care Med.* 2012 Feb 4;1(1):4-9. doi: 10.5492/

- wjccm.v1.i1.4. PMID: 24701395; PMCID: PMC3956066.
32. Omar S, Zedan A, Nugent K. Cardiac vasoplegia syndrome: pathophysiology, risk factors and treatment. *Am J Med Sci.* 2015 Jan;349(1):80-8. doi: 10.1097/MAJ.0000000000000341. PMID: 25247756.
 33. Kornberger E, Prengel AW, Krismer A, Schwarz B, Wenzel V, Lindner KH, Mair P. Vasopressin-mediated adrenocorticotropin release increases plasma cortisol concentrations during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med.* 2000 Oct;28(10):3517-21. doi: 10.1097/00003246-200010000-00028. PMID: 11057810.
 34. Nolan JP, Neumar RW, Adrie C, Aibiki M, Berg RA, Böttiger BW, Callaway C, Clark RS, Geocadin RG, Jauch EC, Kern KB, Laurent I, Longstreth WT, Merchant RM, Morley P, Morrison LJ, Nadkarni V, Peberdy MA, Rivers EP, Rodriguez-Nunez A, Sellke FW, Spaulding C, Sunde K, Hoek TV. Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A Scientific Statement from the International Liaison Committee on Resuscitation; the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; the Council on Stroke. *Resuscitation.* 2008 Dec;79(3):350-79. doi: 10.1016/j.resuscitation.2008.09.017. Epub 2008 Oct 28. PMID: 18963350.
 35. Lindner KH, Strohmenger HU, Ensinger H, Hetzel WD, Ahnefeld FW, Georgieff M. Stress hormone response during and after cardiopulmonary resuscitation. *Anesthesiology.* 1992 Oct;77(4):662-8. doi: 10.1097/00000542-199210000-00008. PMID: 1329579.
 36. Westerdahl DE, Kobashigawa JA. Heart Transplantation for Advanced Heart Failure. *Cardiac Intensive Care.* 2019:504–524.e2. doi: 10.1016/B978-0-323-52993-8.00048-5. Epub 2018 Nov 7. PMCID: PMC7161392.
 37. Jozwiak, M., Bougouin, W., Geri, G. et al. Post-resuscitation shock: recent advances in pathophysiology and treatment. *Ann. Intensive Care* 10, 170 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00788-z>
 38. Holmes, C.L., Landry, D.W. & Granton, J.T. Science Review: Vasopressin and the cardiovascular system part 2 – clinical physiology. *Crit Care* 8, 15 (2003). <https://doi.org/10.1186/cc2338>.
 39. Holmes CL, Landry DW, Granton JT. Science review: Vasopressin and the cardiovascular system part 1–receptor physiology. *Crit Care.* 2003 Dec;7(6):427-34. doi: 10.1186/cc2337. Epub 2003 Jun 26. PMID: 14624682; PMCID: PMC374366.
 40. Ludhmila Abrahao Hajjar, Jean Louis Vincent, Filomena Regina Barbosa Gomes Galas, Andrew Rhodes, Giovanni Landoni, Eduardo Atsushi Osawa, Renato Rosa Melo, Marcia Rodrigues Sundin, Solimar Miranda Grande, Fabio A. Gaiotto, Pablo Maria Pomerantzeff, Luis Oliveira Dallan, Rafael Alves Franco, Rosana Ely Nakamura, Luiz Augusto Lisboa, Juliano Pinheiro de Almeida, Aline Muller Gerent, Dayenne Hianae Souza, Maria Alice Gaiane, Julia Tizue Fukushima, Clarice Lee Park, Cristiane Zambolim, Graziela Santos Rocha Ferreira, Tânia Mara Strabelli, Felipe Lourenco Fernandes, Ligia Camara, Suely Zeferino, Valter Garcia Santos, Marilde Albuquerque Piccioni, Fabio Biscegli Jatene, Jose Otavio Costa Auler, Roberto Kalil Filho; Vasopressin versus Norepinephrine in Patients with Vasoplegic Shock after Cardiac Surgery: The VANCS Randomized Controlled Trial. *Anesthesiology* 2017; 126:85–93 doi: <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001434>
 41. Perraudin V, Delarue C, Lefebvre H, Contesse V, Kuhn JM, Vaudry H. Vasopressin stimulates cortisol secretion from human adrenocortical tissue through activation of V1 receptors. *J Clin Endocrinol Metab.* 1993 Jun;76(6):1522-8. doi: 10.1210/jcem.76.6.7684742. PMID: 7684742.
 42. McIntyre WF, Um KJ, Alhazzani W, Lengyel AP, Hajjar L, Gordon AC, Lamontagne F, Healey JS, Whitlock RP, Belley-Côté EP. Association of Vasopressin Plus Catecholamine Vasopressors vs Catecholamines Alone With Atrial Fibrillation in Patients With Distributive Shock: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA.* 2018 May 8;319(18):1889-1900. doi: 10.1001/jama.2018.4528. PMID: 29801010; PMCID: PMC6583502.
 43. Pinto E Blood pressure and

ageingPostgraduate Medical Journal
2007;83:109-114.

<http://dx.doi.org/10.1136/pgmj.2006.048371>

44. Lamia, B., Chemla, D., Richard, C. et al. Clinical review: Interpretation of arterial pressure wave in shock states. *Crit Care* 9, 601 (2005). <https://doi.org/10.1186/cc3891>

45. Ospina-Tascón, G.A., Teboul, J.L., Hernandez, G. et al. Diastolic shock index and clinical outcomes in patients with septic shock. *Ann. Intensive Care* 10, 41 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00658-8>

46. Ospina-Tascón GA, Teboul JL, Hernandez G, Alvarez I, Sánchez-Ortiz AI, Calderón-Tapia LE, Manzano-Nunez R, Quiñones E, Madriñan-Navia HJ, Ruiz JE, Aldana JL, Bakker J. Diastolic shock index and clinical outcomes in patients with septic shock. *Ann Intensive Care*. 2020 Apr 16;10(1):41. doi: 10.1186/s13613-020-00658-8. PMID: 32296976; PMCID: PMC7160223.

47. Feigl EO. Coronary physiology. *Physiol Rev*. 1983 Jan;63(1):1-205. doi: 10.1152/physrev.1983.63.1.1. PMID: 6296890.

48. Naim MY, Sutton RM, Friess SH, Bratinov G, Bhalala U, Kilbaugh TJ, Lampe JW, Nadkarni VM, Becker LB, Berg RA. Blood Pressure- and Coronary Perfusion Pressure-Targeted Cardiopulmonary Resuscitation Improves 24-Hour Survival From Ventricular Fibrillation Cardiac Arrest. *Crit Care Med*. 2016 Nov;44(11):e1111-e1117. doi: 10.1097/CCM.0000000000001859. PMID: 27414479; PMCID: PMC5069077.

49. Berg RA, Sutton RM, Reeder RW, Berger JT, Newth CJ, Carcillo JA, McQuillen PS, Meert KL, Yates AR, Harrison RE, Moler FW, Pollack MM, Carpenter TC, Wessel DL, Jenkins TL, Notterman DA, Holubkov R, Tamburro RF, Dean JM, Nadkarni VM; Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Collaborative Pediatric Critical Care Research Network (CPCCRN) PICqCPR (Pediatric Intensive Care Quality of Cardio-Pulmonary Resuscitation) Investigators. Association Between Diastolic Blood Pressure During Pediatric In-Hospital Cardiopulmonary Resuscitation and Survival. *Circulation*. 2018 Apr 24;137(17):1784-1795. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.032270. Epub 2017 Dec 26. PMID: 29279413; PMCID: PMC5916041.

50. Neumar RW, Nolan JP, Adrie C, Aibiki M, Berg RA, Böttiger BW, Callaway C, Clark RS, Geocadin RG, Jauch EC, Kern KB, Laurent I, Longstreth WT Jr, Merchant RM, Morley P, Morrison LJ, Nadkarni V, Peberdy MA, Rivers EP, Rodriguez-Nunez A, Sellke FW, Spaulding C, Sunde K, Vanden Hoek T. Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A consensus statement from the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, Australian and New Zealand Council on Resuscitation, European Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Council of Asia, and the Resuscitation Council of Southern Africa); the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; and the Stroke Council. *Circulation*. 2008 Dec 2;118(23):2452-83. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.190652. Epub 2008 Oct 23. PMID: 18948368.

51. Granfeldt A, Wissenberg M, Hansen SM, Lippert FK, Lang-Jensen T, Hendriksen OM, Torp-Pedersen C, Christensen EF, Christiansen CF. Clinical predictors of shockable versus non-shockable rhythms in patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2016 Nov;108:40-47. doi: 10.1016/j.resuscitation.2016.08.024. Epub 2016 Sep 8. PMID: 27616581.

52. Rajan S, Folke F, Hansen SM, Hansen CM, Kragholm K, Gerds TA, Lippert FK, Karlsson L, Møller S, Køber L, Gislason GH, Torp-Pedersen C, Wissenberg M. Incidence and survival outcome according to heart rhythm during resuscitation attempt in out-of-hospital cardiac arrest patients with presumed cardiac etiology. *Resuscitation*. 2017 May;114:157-163. doi: 10.1016/j.resuscitation.2016.12.021. Epub 2017 Jan 11. PMID: 28087286.

53. Stankovic N, Høybye M, Holmberg MJ, Lauridsen KG, Andersen LW, Granfeldt A. Factors associated with shockable versus non-shockable rhythms in patients with in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2021 Jan;158:166-174. doi: 10.1016/j.

.resuscitation.2020.11.022. Epub 2020 Nov 26. PMID: 33248155.

54. Chi CY, Tsai MS, Kuo LK, Hsu HH, Huang WC, Lai CH, Chang HC, Tsai CL, Huang CH. Post-resuscitation diastolic blood pressure is a prognostic factor for outcomes of cardiac arrest patients: a multicenter retrospective registry-based analysis. *J Intensive Care*. 2022 Aug 6;10(1):39. doi: 10.1186/s40560-022-00631-6. PMID: 35933429; PMCID: PMC9356498.

55. Huang, CC., Chen, KC., Lin, ZY. et al. The effect of the head-up position on cardiopulmonary resuscitation: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 25, 376 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03797-x>.

REFERENCES

1. Porzer M, Mrazkova E, Homza M, Janout V. Out-of-hospital cardiac arrest. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub*. 2017 Dec;161(4):348-353. doi: 10.5507/bp.2017.054. Epub 2017 Dec 13. PMID: 29235577.
2. Buick JE, Drennan IR, Scales DC, Brooks SC, Byers A, Cheskes S, Dainty KN, Feldman M, Verbeek PR, Zhan C, Kiss A, Morrison LJ, Lin S; Rescu Investigators. Improving Temporal Trends in Survival and Neurological Outcomes After Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2018 Jan;11(1):e003561. doi: 10.1161/CIRCOUTCOMES.117.003561. PMID: 29317455; PMCID: PMC5791528.
3. eh HF, Ong HN, Lee BC, Huang CH, Huang CC, Chang WT, Chen WJ, Tsai MS. The Use of Gray-White-Matter Ratios May Help Predict Survival and Neurological Outcomes in Patients Resuscitated From Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *J Acute Med*. 2020 Jun 1;10(2):77-89. doi: 10.6705/j.jacme.202003_10(2).0004. PMID: 32995159; PMCID: PMC7517965.
4. Fukushima H, Asai H, Seki T, Takano K, Bolstad F. The effect of 10-min dispatch-assisted cardiopulmonary resuscitation training: a randomized simulation pilot study. *Int J Emerg Med*. 2020 Jun 11;13(1):31. doi: 10.1186/s12245-020-00287-9. PMID: 32527221; PMCID: PMC7291724.

5. Jennett B, Bond M. Assessment of outcome after severe brain damage. *Lancet*. 1975 Mar 1;1(7905):480-4. doi: 10.1016/s0140-6736(75)92830-5. PMID: 46957.
6. Plaisance P, Lurie KG, Vicaut E, Adnet F, Petit JL, Epain D, Ecollan P, Gruat R, Cavagna P, Biens J, Payen D. A comparison of standard cardiopulmonary resuscitation and active compression-decompression resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. French Active Compression-Decompression Cardiopulmonary Resuscitation Study Group. *N Engl J Med*. 1999 Aug 19;341(8):569-75. doi: 10.1056/NEJM199908193410804. PMID: 10451462.
7. Arntz HR, Agrawal R, Richter H, Schmidt S, Rescheleit T, Menges M, Burbach H, Schröder J, Schultheiss HP. Phased chest and abdominal compression-decompression versus conventional cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2001 Aug 14;104(7):768-72. doi: 10.1161/hc3101.093905. PMID: 11502700.
8. Wang CH, Tsai MS, Chang WT, Huang CH, Ma MH, Chen WJ, Fang CC, Chen SC, Lee CC. Active compression-decompression resuscitation and impedance threshold device for out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and metaanalysis of randomized controlled trials. *Crit Care Med*. 2015 Apr;43(4):889-96. doi: 10.1097/CCM.0000000000000820. PMID: 25517475.
9. Beyar, R., Kimmel, E., Sideman, S., Dinnar, U., & Kishon, Y. (1984). Effect of thoracic and abdominal pressure waves on blood flow in cardiopulmonary resuscitation. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 27(9), 1473-1483. [https://doi.org/10.1016/0017-9310\(84\)90260-6](https://doi.org/10.1016/0017-9310(84)90260-6)
10. Wenzel V, Lindner KH, Prengel AW, Strohmenger HU. Effect of phased chest and abdominal compression-decompression cardiopulmonary resuscitation on myocardial and cerebral blood flow in pigs. *Crit Care Med*. 2000 Apr;28(4):1107-12. doi: 10.1097/00003246-200004000-00033. PMID: 10809291.
11. Babbs CF. CPR techniques that combine chest and abdominal compression and decompression: hemodynamic insights from a spreadsheet model. *Circulation*. 1999 Nov 23;100(21):2146-52. doi: 10.1161/01.

- .cir.100.21.2146. PMID: 10571973.
12. Geddes, Leslie & Rundell, Ann & Lottes, Aaron & Kemeny, Andre & Otlewski, Michael. (2007). A new cardiopulmonary resuscitation method using only rhythmic abdominal compression - A preliminary report. *The American journal of emergency medicine*. 25. 786-90. 10.1016/j.ajem.2007.04.001.
 13. Atkins DL, Berger S, Duff JP, Gonzales JC, Hunt EA, Joyner BL, Meaney PA, Niles DE, Samson RA, Schexnayder SM. Part 11: Pediatric Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care (Reprint). *Pediatrics*. 2015 Nov;136 Suppl 2:S167-75. doi: 10.1542/peds.2015-3373E. Epub 2015 Oct 14. PMID: 26471386.
 14. Berg, M. D., Schexnayder, S. M., Chameides, L., Terry, M., Donoghue, A., Hickey, R. W., Berg, R. A., Sutton, R. M., & Hazinski, M. F. (2010). Part 13: Pediatric basic life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, 122(SUPPL. 3), S862-S875. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.971085>.
 15. de Caen AR, Maconochie IK, Aickin R, Atkins DL, Biarent D, Guerguerian AM, Kleinman ME, Kloeck DA, Meaney PA, Nadkarni VM, Ng KC, Nuthall G, Reis AG, Shimizu N, Tibballs J, Veliz Pintos R; Pediatric Basic Life Support and Pediatric Advanced Life Support Chapter Collaborators. Part 6: Pediatric Basic Life Support and Pediatric Advanced Life Support: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation*. 2015 Oct 20;132(16 Suppl 1):S177-203. doi: 10.1161/CIR.0000000000000275. Erratum in: *Circulation*. 2016 Aug 30;134(9):e121. PMID: 26472853.
 16. American Heart Association: Part 5. BLS for Infants and Children. . In: *Basic Life Support (BLS) Provider Manual 1 Rfc Pap/ edition edn.: Amer Heart Assoc; ; 2016: 45–56*.
 17. Topjian AA, Raymond TT, Atkins D, Chan M, Duff JP, Joyner BL Jr, Lasa JJ, Lavonas EJ, Levy A, Mahgoub M, Meckler GD, Roberts KE, Sutton RM, Schexnayder SM; Pediatric Basic and Advanced Life Support Collaborators. Part 4: Pediatric Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2020 Oct 20;142(16_suppl_2):S469-S523. doi: 10.1161/CIR.0000000000000901. Epub 2020 Oct 21. PMID: 33081526.
 18. Kao CL, Tsou JY, Hong MY, Chang CJ, Chi CH. Biomechanical analysis of force distribution in one-handed and two-handed adult chest compression: a randomised crossover observational study. *Emerg Med J*. 2022 May;39(5):353-356. doi: 10.1136/emmermed-2020-210363. Epub 2021 Aug 17. PMID: 34404678.
 19. Saghafi, F., Bagheri, N., Salehi-Abargouei, A. et al. Efficacy of combination triple therapy with vasopressin, steroid, and epinephrine in cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis of randomized-controlled trials. *j intensive care* 10, 5 (2022). <https://doi.org/10.1186/s40560-022-00597-5>.
 20. Andersen LW, Isbye D, Kjærgaard J, Kristensen CM, Darling S, Zwisler ST, Fisker S, Schmidt JC, Kirkegaard H, Grejs AM, Rossau JRG, Larsen JM, Rasmussen BS, Riddersholm S, Iversen K, Schultz M, Nielsen JL, Løfgren B, Lauridsen KG, Sølling C, Pælestik K, Kjærgaard AG, Due-Rasmussen D, Folke F, Charlot MG, Jepsen RMHG, Wiberg S, Donnino M, Kurth T, Høybye M, Sindberg B, Holmberg MJ, Granfeldt A. Effect of Vasopressin and Methylprednisolone vs Placebo on Return of Spontaneous Circulation in Patients With In-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2021 Oct 26;326(16):1586-1594. doi: 10.1001/jama.2021.16628. PMID: 34587236; PMCID: PMC8482303.
 21. Mentzelopoulos SD, Malachias S, Chamos C, Konstantopoulos D, Ntaidou T, Papastylianou A, Kolliantzaki I, Theodoridi M, Ischaki H, Makris D, Zakyntinos E, Zintzaras E, Sourlas S, Aloizos S, Zakyntinos SG. Vasopressin, steroids, and epinephrine and neurologically favorable survival after in-hospital cardiac arrest: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2013 Jul 17;310(3):270-9. doi: 10.1001/jama.2013.7832. PMID: 23860985.
 22. Tsai MS, Chuang PY, Yu PH, Huang CH, Tang CH, Chang WT, Chen WJ. Glucocorticoid use during cardiopulmonary resuscitation may

- be beneficial for cardiac arrest. *Int J Cardiol.* 2016 Nov 1;222:629-635. doi: 10.1016/j.ijcard.2016.08.017. Epub 2016 Aug 4. PMID: 27517652.
23. Tsai MS, Chuang PY, Huang CH, Tang CH, Yu PH, Chang WT, Chen WJ. Postarrest Steroid Use May Improve Outcomes of Cardiac Arrest Survivors. *Crit Care Med.* 2019 Feb;47(2):167-175. doi: 10.1097/CCM.0000000000003468. PMID: 30308548.
 24. Niimura T, Zamami Y, Koyama T, Izawa-Ishizawa Y, Miyake M, Koga T, Harada K, Ohshima A, Imai T, Kondo Y, Imanishi M, Takechi K, Fukushima K, Horinouchi Y, Ikeda Y, Fujino H, Tsuchiya K, Tamaki T, Hinotsu S, Kano MR, Ishizawa K. Hydrocortisone administration was associated with improved survival in Japanese patients with cardiac arrest. *Sci Rep.* 2017 Dec 20;7(1):17919. doi: 10.1038/s41598-017-17686-3. PMID: 29263333; PMCID: PMC5738407.
 25. Grundmann S, Fink K, Rabadzheva L, Bourgeois N, Schwab T, Moser M, Bode C, Busch HJ. Perturbation of the endothelial glycocalyx in post cardiac arrest syndrome. *Resuscitation.* 2012 Jun;83(6):715-20. doi: 10.1016/j.resuscitation.2012.01.028. Epub 2012 Feb 1. PMID: 22306259.
 26. Aguilar D, Strom J, Chen QM. Glucocorticoid induced leucine zipper inhibits apoptosis of cardiomyocytes by doxorubicin. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2014 Apr 1;276(1):55-62. doi: 10.1016/j.taap.2014.01.013. Epub 2014 Jan 28. PMID: 24480152; PMCID: PMC4131675.
 27. Katz L, Vaagenes P, Safar P, Diven W. Brain enzyme changes as markers of brain damage in rat cardiac arrest model. Effects of corticosteroid therapy. *Resuscitation.* 1989 Feb;17(1):39-53. doi: 10.1016/0300-9572(89)90078-6. PMID: 2538900.
 28. Chappell D, Jacob M, Hofmann-Kiefer K, Bruegger D, Rehm M, Conzen P, Welsch U, Becker BF. Hydrocortisone preserves the vascular barrier by protecting the endothelial glycocalyx. *Anesthesiology.* 2007 Nov;107(5):776-84. doi: 10.1097/01.anes.0000286984.39328.96. PMID: 18073553.
 29. Grünfeld JP, Eloy L. Glucocorticoids modulate vascular reactivity in the rat. *Hypertension.* 1987 Dec;10(6):608-18. doi: 10.1161/01.hyp.10.6.608. PMID: 3692572.
 30. Ullian ME. The role of corticosteroids in the regulation of vascular tone. *Cardiovasc Res.* 1999 Jan;41(1):55-64. doi: 10.1016/s0008-6363(98)00230-2. PMID: 10325953.
 31. Chalkias A, Xanthos T. Post-cardiac arrest syndrome: Mechanisms and evaluation of adrenal insufficiency. *World J Crit Care Med.* 2012 Feb 4;1(1):4-9. doi: 10.5492/wjccm.v1.i1.4. PMID: 24701395; PMCID: PMC3956066.
 32. Omar S, Zedan A, Nugent K. Cardiac vasoplegia syndrome: pathophysiology, risk factors and treatment. *Am J Med Sci.* 2015 Jan;349(1):80-8. doi: 10.1097/MAJ.0000000000000341. PMID: 25247756.
 33. Kornberger E, Prengel AW, Krismer A, Schwarz B, Wenzel V, Lindner KH, Mair P. Vasopressin-mediated adrenocorticotropin release increases plasma cortisol concentrations during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med.* 2000 Oct;28(10):3517-21. doi: 10.1097/00003246-200010000-00028. PMID: 11057810.
 34. Nolan JP, Neumar RW, Adrie C, Aibiki M, Berg RA, Böttiger BW, Callaway C, Clark RS, Geocadin RG, Jauch EC, Kern KB, Laurent I, Longstreth WT, Merchant RM, Morley P, Morrison LJ, Nadkarni V, Peberdy MA, Rivers EP, Rodriguez-Nunez A, Sellke FW, Spaulding C, Sunde K, Hoek TV. Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A Scientific Statement from the International Liaison Committee on Resuscitation; the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; the Council on Stroke. *Resuscitation.* 2008 Dec;79(3):350-79. doi: 10.1016/j.resuscitation.2008.09.017. Epub 2008 Oct 28. PMID: 18963350.
 35. Lindner KH, Strohmenger HU, Ensinger H, Hetzel WD, Ahnefeld FW, Georgieff M. Stress hormone response during and after cardiopulmonary resuscitation. *Anesthesiology.* 1992 Oct;77(4):662-8. doi: 10.1097/0000542-199210000-00008. PMID: 1329579.
 36. Westerdahl DE, Kobashigawa JA. Heart Transplantation for Advanced Heart Failure.

- Cardiac Intensive Care. 2019;504–524.e2. doi: 10.1016/B978-0-323-52993-8.00048-5. Epub 2018 Nov 7. PMID: PMC7161392.
37. Jozwiak, M., Bougouin, W., Geri, G. et al. Post-resuscitation shock: recent advances in pathophysiology and treatment. *Ann. Intensive Care* 10, 170 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00788-z>
38. Holmes, C.L., Landry, D.W. & Granton, J.T. Science Review: Vasopressin and the cardiovascular system part 2 – clinical physiology. *Crit Care* 8, 15 (2003). <https://doi.org/10.1186/cc2338>.
39. Holmes CL, Landry DW, Granton JT. Science review: Vasopressin and the cardiovascular system part 1--receptor physiology. *Crit Care*. 2003 Dec;7(6):427-34. doi: 10.1186/cc2337. Epub 2003 Jun 26. PMID: 14624682; PMID: PMC374366.
40. Ludhmila Abrahao Hajjar, Jean Louis Vincent, Filomena Regina Barbosa Gomes Galas, Andrew Rhodes, Giovanni Landoni, Eduardo Atsushi Osawa, Renato Rosa Melo, Marcia Rodrigues Sundin, Solimar Miranda Grande, Fabio A. Gaiotto, Pablo Maria Pomerantzeff, Luis Oliveira Dallan, Rafael Alves Franco, Rosana Ely Nakamura, Luiz Augusto Lisboa, Juliano Pinheiro de Almeida, Aline Muller Gerent, Dayenne Hianae Souza, Maria Alice Gaiane, Julia Tizue Fukushima, Clarice Lee Park, Cristiane Zambolim, Graziela Santos Rocha Ferreira, Tânia Mara Strabelli, Felipe Lourenco Fernandes, Ligia Camara, Suely Zeferino, Valter Garcia Santos, Marilde Albuquerque Piccioni, Fabio Biscegli Jatene, Jose Otavio Costa Auler, Roberto Kalil Filho; Vasopressin versus Norepinephrine in Patients with Vasoplegic Shock after Cardiac Surgery: The VANCS Randomized Controlled Trial. *Anesthesiology* 2017; 126:85–93 doi: <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001434>
41. Perraudin V, Delarue C, Lefebvre H, Contesse V, Kuhn JM, Vaudry H. Vasopressin stimulates cortisol secretion from human adrenocortical tissue through activation of V1 receptors. *J Clin Endocrinol Metab*. 1993 Jun;76(6):1522-8. doi: 10.1210/jcem.76.6.7684742. PMID: 7684742.
42. McIntyre WF, Um KJ, Alhazzani W, Lengyel AP, Hajjar L, Gordon AC, Lamontagne F, Healey JS, Whitlock RP, Belley-Côté EP. Association of Vasopressin Plus Catecholamine Vasopressors vs Catecholamines Alone With Atrial Fibrillation in Patients With Distributive Shock: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*. 2018 May 8;319(18):1889-1900. doi: 10.1001/jama.2018.4528. PMID: 29801010; PMID: PMC6583502.
43. Pinto EBlood pressure and ageing *Postgraduate Medical Journal* 2007;83:109-114. <http://dx.doi.org/10.1136/pgmj.2006.048371>
44. Lamia, B., Chemla, D., Richard, C. et al. Clinical review: Interpretation of arterial pressure wave in shock states. *Crit Care* 9, 601 (2005). <https://doi.org/10.1186/cc3891>
45. Ospina-Tascón, G.A., Teboul, J.L., Hernandez, G. et al. Diastolic shock index and clinical outcomes in patients with septic shock. *Ann. Intensive Care* 10, 41 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00658-8>
46. Ospina-Tascón GA, Teboul JL, Hernandez G, Alvarez I, Sánchez-Ortiz AI, Calderón-Tapia LE, Manzano-Nunez R, Quiñones E, Madriñan-Navia HJ, Ruiz JE, Aldana JL, Bakker J. Diastolic shock index and clinical outcomes in patients with septic shock. *Ann Intensive Care*. 2020 Apr 16;10(1):41. doi: 10.1186/s13613-020-00658-8. PMID: 32296976; PMID: PMC7160223.
47. Feigl EO. Coronary physiology. *Physiol Rev*. 1983 Jan;63(1):1-205. doi: 10.1152/physrev.1983.63.1.1. PMID: 6296890.
48. Naim MY, Sutton RM, Friess SH, Bratinov G, Bhalala U, Kilbaugh TJ, Lampe JW, Nadkarni VM, Becker LB, Berg RA. Blood Pressure- and Coronary Perfusion Pressure-Targeted Cardiopulmonary Resuscitation Improves 24-Hour Survival From Ventricular Fibrillation Cardiac Arrest. *Crit Care Med*. 2016 Nov;44(11):e1111-e1117. doi: 10.1097/CCM.0000000000001859. PMID: 27414479; PMID: PMC5069077.
49. Berg RA, Sutton RM, Reeder RW, Berger JT, Newth CJ, Carcillo JA, McQuillen PS, Meert KL, Yates AR, Harrison RE, Moler FW, Pollack MM, Carpenter TC, Wessel DL, Jenkins TL, Notterman DA, Holubkov R, Tamburro RF, Dean JM, Nadkarni VM; Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Collaborative Pediatric Critical Care Research Network (CPCCRN) PICQcPR (Pediatric Intensive Care Quality of Cardio-

Pulmonary Resuscitation) Investigators. Association Between Diastolic Blood Pressure During Pediatric In-Hospital Cardiopulmonary Resuscitation and Survival. *Circulation*. 2018 Apr 24;137(17):1784-1795. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.032270. Epub 2017 Dec 26. PMID: 29279413; PMCID: PMC5916041.

50. Neumar RW, Nolan JP, Adrie C, Aibiki M, Berg RA, Böttiger BW, Callaway C, Clark RS, Geocadin RG, Jauch EC, Kern KB, Laurent I, Longstreth WT Jr, Merchant RM, Morley P, Morrison LJ, Nadkarni V, Peberdy MA, Rivers EP, Rodriguez-Nunez A, Sellke FW, Spaulding C, Sunde K, Vanden Hoek T. Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A consensus statement from the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, Australian and New Zealand Council on Resuscitation, European Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Council of Asia, and the Resuscitation Council of Southern Africa); the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; and the Stroke Council. *Circulation*. 2008 Dec 2;118(23):2452-83. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.190652. Epub 2008 Oct 23. PMID: 18948368.

51. Granfeldt A, Wissenberg M, Hansen SM, Lippert FK, Lang-Jensen T, Hendriksen OM, Torp-Pedersen C, Christensen EF, Christiansen CF. Clinical predictors of shockable versus non-shockable rhythms in patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2016 Nov;108:40-47. doi: 10.1016/j.resuscitation.2016.08.024. Epub 2016 Sep 8. PMID: 27616581.

52. Rajan S, Folke F, Hansen SM, Hansen CM, Kragholm K, Gerds TA, Lippert FK, Karlsson L, Møller S, Køber L, Gislason GH, Torp-Pedersen C, Wissenberg M. Incidence and survival outcome according to heart rhythm during resuscitation attempt in out-of-hospital cardiac arrest patients with presumed cardiac etiology. *Resuscitation*. 2017 May;114:157-163. doi: 10.1016/j.

resuscitation.2016.12.021. Epub 2017 Jan 11. PMID: 28087286.

53. Stankovic N, Høybye M, Holmberg MJ, Lauridsen KG, Andersen LW, Granfeldt A. Factors associated with shockable versus non-shockable rhythms in patients with in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2021 Jan;158:166-174. doi: 10.1016/j.resuscitation.2020.11.022. Epub 2020 Nov 26. PMID: 33248155.

54. Chi CY, Tsai MS, Kuo LK, Hsu HH, Huang WC, Lai CH, Chang HC, Tsai CL, Huang CH. Post-resuscitation diastolic blood pressure is a prognostic factor for outcomes of cardiac arrest patients: a multicenter retrospective registry-based analysis. *J Intensive Care*. 2022 Aug 6;10(1):39. doi: 10.1186/s40560-022-00631-6. PMID: 35933429; PMCID: PMC9356498.

55. Huang, CC., Chen, KC., Lin, ZY. et al. The effect of the head-up position on cardiopulmonary resuscitation: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 25, 376 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03797-x>.

Сведения об авторах:

Сорочинская Елена Викторовна
- ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени М.Горького», ассистент кафедры анестезиологии, реаниматологии и неонатологии;
- Адрес: пр. Ильича, 16, г. Донецк, 83003;
- E-mail: elena.sorochinskaya@inbox.ru
- Телефон: +7-949-424-17-83