



Critical Care and Resuscitation

■ SYSTEMATIC REVIEW ARTICLE



OPEN

Cardiopulmonary Resuscitation in the Prone Position in the Operating Room or in the Intensive Care Unit: A Systematic Review

Cristobal Anez, MD, PhD,*† Ángel Becerra-Bolaños, MD,‡ Ariadna Vives-Lopez, MD,*†
and Aurelio Rodríguez-Pérez, MD, PhD‡§

СЛР в прон-позиции в условиях операционной или в отделении реанимации

Перевод Я. П. Заватина



СЛР в прон-позиции в условиях операционной или в отделении реанимации.

Систематический обзор

Прон-позиция обычно используется при определенных хирургических процедурах и для улучшения оксигенации у пациентов на ИВЛ с острым респираторным дистресс-синдромом. Кардиореспираторная остановка (CRA) в этом положении может быть более сложной для лечения, поскольку врачи, обученные традиционной сердечно-легочной реанимации (СЛР), могут быть не знакомы с СЛР в положении лежа. Цель этого систематического обзора - дать обзор текущих доказательства относительно методологии, эффективности и опыта СЛР в положении лежа у пациентов с уже защищенными дыхательными путями. Стратегия поиска включала PubMed, Scopus и Google Scholar. Были включены все исследования, опубликованные до апреля 2020 года, включавшие КРО или СЛР в прон-позиции. Из 268 найденных статей 52 статьи включали: 5 обзорных статей, 8 клинических руководств в которых упоминается СЛР в прон-позиции, 4 оригинала, 27 отчетов о клинических случаях и 8 редакционных статей и переписка. Данные рассмотренных клинических исследований подтверждают, что СЛР в прон-позиции — это разумная альтернатива «традиционной» СЛР на спине, когда последняя не может быть немедленно реализована при том, что дыхательные пути пациента уже защищены. Дефибриляция в прон-позиции также возможна. Ознакомление врачей о проведении СЛР и дефибриляцией в прон-позиции могут улучшить качество проводимого СЛР в прон-позиции. (Anesth Analg 2021; 132: 285–92).

Глоссарий

AHA = American Heart Association – Американская Ассоциация Сердца; **ARDS** = acute respiratory distress syndrome – Острый респираторный дистресс синдром; **BP** = blood pressure – Кровяное давление; **COVID-19** = coronavirus disease 2019 – Коронавирусная инфекция 2019; **CPR** = cardiopulmonary resuscitation - СЛР; **CRA** = cardiorespiratory arrest – Кардиореспираторная остановка; **CT** = computerized tomography – Компьютерная томография; **F** = female - Женский; **ICU** = intensive care unit – Отделение реанимации; **IQR** = interquartile range – Межквартильный диапазон; **M** = male - Мужской; **NS** = not specified – Не специфичный /не указан/; **P** = prone position – Прон-позиция; **PRISMA** = Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses - Предпочтительные элементы отчетности для систематических обзоров и мета-анализов; **PROSPERO** = International Prospective Register of Systematic Reviews – Международный реестр перспективных систематических исследований; **ROSC** = return of spontaneous circulation – Восстановление спонтанного кровообращения; **S** = supine position – Положение на спине.

Прон-позиция обычно используется в операционной для облегчения хирургического доступа и оптимизации оксигенации у пациентов с тяжелой гипоксической дыхательной недостаточностью в отделении интенсивной терапии (ICU). Однако, если у пациента случилась кардиореспираторная остановка (CRA) в прон-позиции, то часто требуются приложить значительные усилия для перевода пациента в положение на спине и начать сердечно-легочную реанимацию (СЛР). Обычно требуются 5–6 человек и до 3 минут времени для перевода пациента в положение лежа на спине.

Пациентам с положительным результатом теста на коронавирус 2019 (COVID-19) может потребоваться перевод в прон-позицию в отделении реанимации при стойкой рефрактерной гипоксемии. Для таких пациентов ИВЛ в прон-позиции может улучшить оксигенацию.

Однако, если у пациентов, находящихся на ИВЛ в прон-позиции, случается кардиореспираторная остановка, то остаётся не ясным как проводить СЛР. Американская Ассоциация Сердца (AHA) в руководстве 2010 года отдаёт приоритет в размещении пациента в положении лежа на спине для проведения оптимальной СЛР.



Выполнение СЛР в прон-позиции рекомендуется только тогда, когда невозможен переворот на спину. Однако рекомендуемая техника выполнения СЛР в прон-позиции не указана, и проведение СЛР в прон-позиции не упоминается ни в руководствах 2015 года, ни в обновлениях 2019 года.

В обновлённых рекомендациях о проведении базовой и расширенной СЛР за 2020 год в условиях пандемии COVID-19 рекомендуется либо вернуть пациента в положение лежа на спине, либо начать СЛР в прон-позиции. Однако как проводить СЛР не указано. Так как пациенты с COVID-19 часто имеют тяжелую кардиореспираторную нестабильность то быстрое изменение положения тела может привести к выраженной гемодинамической нестабильности и ухудшению гипоксемии. СЛР у таких пациентов может лучше управляться в прон-позиции.

Мы провели систематический обзор современной литературы относительно эффективности и осуществимости базовых или продвинутых мероприятия при проведении СЛР в прон-позиции в условиях операционной или в отделении интенсивной терапии.

Как вторичную цель мы предлагаем описание рекомендаций при проведении базовой и расширенной СЛР в прон-позиции с целью облегчения применения у пациентов перенесших кардиореспираторную остановку в прон-позиции.

Методы и критерии приемлемости

Исследования включающие кардиореспираторную остановку которые были опубликованы до апреля 2020 г. или в которых упоминается о проведении СЛР в прон-позиции включены в этот обзор. Мы включили статьи, содержащие данные о пациентах, перенесших КРО и которым проводили СЛР в прон-позиции, а также включающие оценку эффективности или методология СЛР в прон-позиции. Статьи сообщающие о случаях, когда КРО произошла в прон-позиции, но СЛР выполнялась после переворота пациента на спину были исключены. Этот систематический обзор проведён в соответствии с действующими инструкциями по систематическим обзорам литературы и зарегистрированы в Международном перспективном регистре систематических обзоров (PROSPERO) (CRD42020197458). В этой статье соблюдаются и применяются заявленные правила предпочтительной отчетности для систематических обзоров и метаанализов (ПРИЗМА).

Стратегия поиска

Исследования были найдены в электронных базах данных PubMed, Scopus и Google Scholar. Поиск реализованная стратегия заключалась в следующем: В PubMed: ((“Prone Position”[Mesh]) OR (prone[tiab]) AND (“Cardiopulmonary Resuscitation”[Mesh]) OR (“Cardiopulmonary Resuscitation”[ti]) OR (CPR[ti]) OR (“Cardio Pulmonary Resuscitation”[ti]) OR (“Basic Cardiac Life Support”[ti]) OR (“Advanced Cardiac Life Support”[ti]) OR (“Heart Arrest”[Mesh]) OR (“Cardiac Arrest”[ti]) OR (“Cardiopulmonary Arrest”[ti]) OR (“Heart Arrest”[ti]) OR (“basic life support”[tiab])). В Scopus: (TITLE-ABS-KEY (((prone AND (posit* OR postur*)) AND TITLE-ABS-KEY (“Cardiopulmonary Resuscitation” OR cpr OR “Cardio Pulmonary Resuscitation” OR “Basic Cardiac Life Support” OR “Advanced Cardiac Life Support” OR “Heart Arrest” OR “Cardiac Arrest” OR “Cardiopulmonary Arrest” OR “basic life support”))). В Google Scholar: (prone AND (posit* OR postur*)) AND (“Cardiopulmonary Resuscitation” OR cpr OR “Cardiac Life Support” OR “Heart Arrest” OR “Cardiac Arrest” OR “Cardiopulmonary Arrest” OR “basic life support”).

Выбор поиска

Названия и аннотации статей, найденных в результате поиска, были проверены на актуальность. Подборка статей была выполнена 2 авторами с использованием заранее определенных критериев отбора, которые просматривали все заголовки и аннотации полученных в результате систематического поиска самостоятельно. Все разногласия по поводу включения



разрешены путем обсуждения между двумя авторами обзора. Были консультации с 3 автором, если соглашение не могло быть достигнуто 2 авторами. Все исследования опубликованы до апреля 2020 г. полный текст доступен на английском, испанском, португальском или французском языке. Нет ограничений по типу документа и не применялись фильтры методологии. Причины исключения исследований включали в себя дубликаты статей и публикаций, в которых у пациентов не было КРО, которым не требовалось СЛР или СЛР выполнялась в положении лежа на спине, публикации со ссылкой на внезапную младенческую смерть и написанные на языках кроме тех, что указаны в критериях включения. Блок-схема иллюстрирует процесс отбора материала (на рисунке (1)).

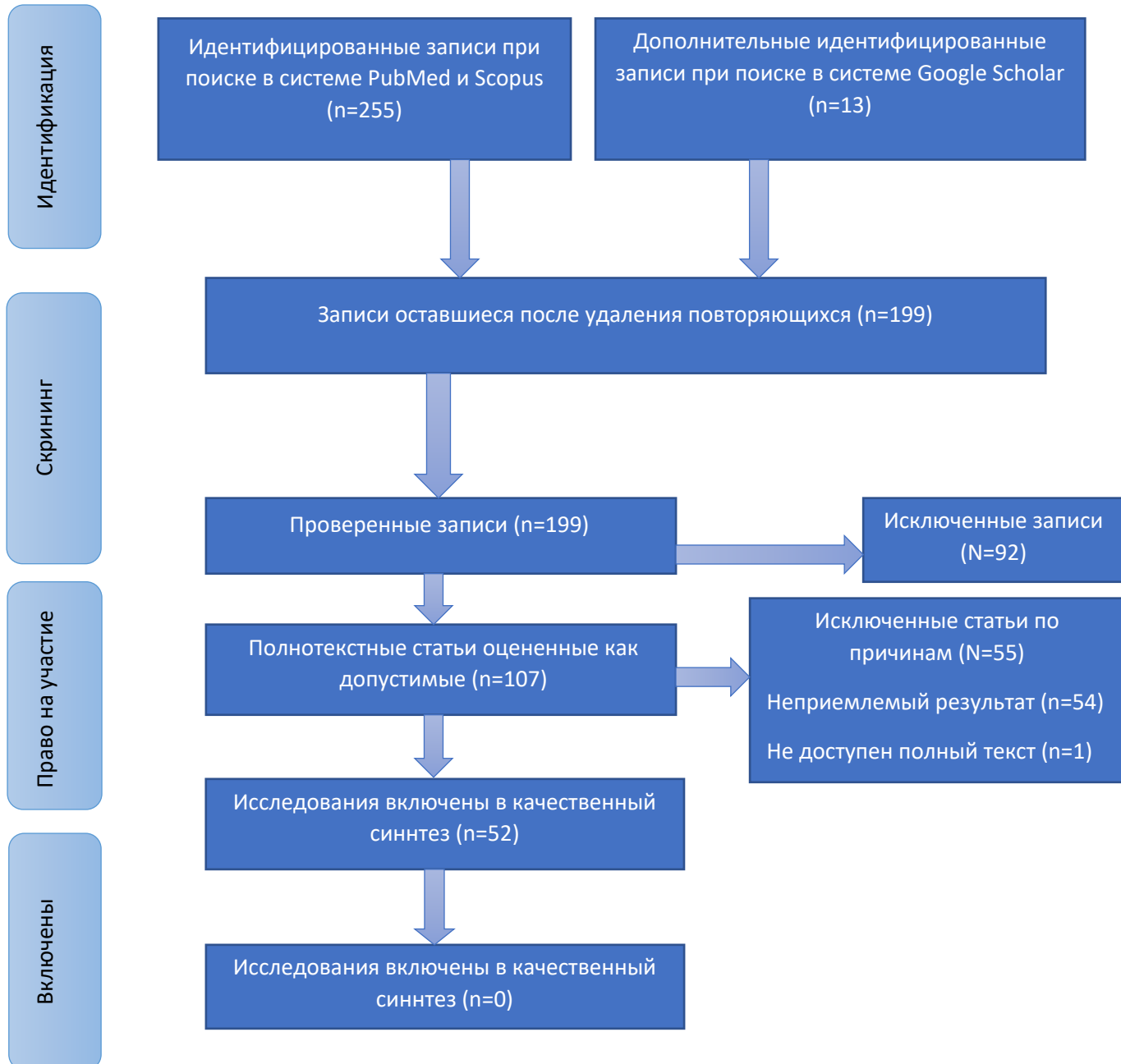


Рисунок 1. Блок-схема PRISMA. PRISMA указывает предпочтительные элементы отчетности для систематических обзоров и метаанализов



Извлечение данных

Используя predetermined форму извлечения данных, данные были собраны из отдельных статей (тип исследования, информация в каждой статье). Любые неточности в извлеченных данных были разрешены путем обсуждения между авторами. Данные, полученные в результате наблюдений во время исследования, были обобщены в формальном повествовательном синтезе. Информация, полученная из историй болезни сравнивалась и обобщалась. Данные о времени восстановления спонтанного кровообращения были обобщены численно, как медиана (межквартильный размах [IQR]). Поскольку не было обнаружено никаких рандомизированных клинических испытаний, извлечение данных было основано на выводах, содержащихся в обзорах, методиках и результатах, полученных на основе наблюдений во время исследований и результатах, представленных в отчетах о подобных случаях.

Полученные результаты

Наш поиск дал в общей сложности 268 статей: 78 на PubMed, 177 в Scopus и еще 13 в Google Scholar. После удаления повторяющихся статей осталось 199. Из них 92 были исключены за несоблюдение критериев включения. Полный текст статей не удалось получить у 55 статей, оставив 52 статьи на рассмотрении и включении. Причины исключения были следующими: 40 статей не касались проведения СЛР в прон-позиции; в 15 статьях фокус был сделан на внезапной младенческой смертности из-за сна в положении лежа на животе; 9 статей не описывают КРО в прон-позиции; в 7 статьях описаны аспекты острого респираторного дистресс синдрома (ARDS) без упоминания о КРО и СЛР; в 5 статьях были рассмотрены ситуации КРО, в которых СЛР не может быть проведена; 2 статьи описывают пациентов во время операции в прон-позиции, которые перенесли СЛР в положении лежа на спине; в 3 статьях описана внезапная смерть в прон-позиции с участием пациентов задержанных полицией; 2 статьи, используют термин «склонный к /prone to/» означающий «склонность к»; и 9 статей написаны на языках, отличающихся от выбранных критериев включения.

Выдержки из 55 статей, из которых полный текст не удалось получить, были затем просмотрены. 54 не соответствовали критериям включения (39 статей не адресованы к проведению СЛР, 5 статей содержат описание ОРДС но не упоминают о предрасположенности к КРО или СЛР, 1 статья описывает внезапную младенческую смерть, связанную со сном в положении на животе, 3 статьи используют термин «склонный к /prone to/» в качестве перевода как «склонность к», и 6 статей написаны на языках отличающихся от выбранных критериев включения). Из оставшейся статьи, соответствующей первоначальным критериям включения, полный текст был недоступен.

На рассмотрении осталось 52 полнотекстовых документа, соответствующие нашим критериям включения/исключения: 4 отзыва на проведении СЛР в прон-позиции; 1 обзор проведения СЛР в другом положении, когда пациент не лежит на спине; 8 руководств по клинической практике; 4 оригинальные статьи (наблюдения во время экспериментальных исследований); 27 статей описывают 32 случая проведения СЛР в прон-позиции; и 8 комментариев, редакционных статей или переписки.

Наблюдение во время экспериментальных исследований

Были проанализированы четыре оригинальные статьи, посвященные СЛР в прон-позиции: 2 исследования были проведены на пациентах или добровольцах. 3-е исследование включало моделирование, 4-ое это обзор компьютерной томографии (КТ), с целью определения лучшей области грудной клетки для проведения компрессий в прон-позиции.

В двух исследованиях сравнивали гемодинамические параметры, полученные при СЛР в прон-позиции в сравнении с теми, которые получены при СЛР в положении лежа на спине. Оба исследования были нацелены на пациентов, которые уже получали стандартную СЛР на спине. В



исследовании 2003 года - 6 пациентов, у которых была СЛР на спине в течение 30 минут без восстановления спонтанного кровообращения (ROSC) получили дополнительные 15 минут СЛР на спине с последующим 15 минут СЛР в прон-позиции. Среднее АД и систолическое артериальное давление было выше в прон-позиции. Аналогичное исследование 2006 года, в котором 11 пациентов в отделении интенсивной терапии были подвержены проведению СЛР в течении 1 минуты в положении на спине с последующей СЛР в течении 1 минуты в прон-позиции. Систолическое АД составило $79,4 \pm 20,3$ мм рт.ст. в прон-позиции по сравнению с $55,4 \pm 20,3$ мм рт. ст. в положении лежа на спине; диастолическое АД составило $16,7 \pm 10,3$ мм рт. ст. в прон-позиции против $13,0 \pm 6,7$ мм рт. ст. в положении лежа на спине. Это исследование также показало, что проведение изолированных компрессии на здоровых добровольцах вызывали средний дыхательный объем 399 ± 110 мл или приблизительно 6 мл/кг, что является рекомендуемым дыхательным объемом при защитной вентиляции легких.

В 2000 г. была проведена оценка симуляционных исследований об эффективности компрессии грудной клетки, выполняемые медсестрами манекену в прон-позиции во время аккредитационного курса СЛР. Медсестры сделали 100 компрессий с опорой размещенной под грудиной. Исследование показало, что 41 % медсестер смогли провести адекватную СЛР для всех 100 компрессионных сжатий, 61 % медсестер смогли произвести адекватную СЛР во время некоторых компрессий, 40,6 % были частично эффективны

В исследовании 2017 года были рассмотрены компьютерные томограммы грудной клетки, чтобы определить оптимальное положение рук для компрессий, выполняемых в прон-позиции, и был сделан вывод, что положение рук в T7– T9 был наиболее эффективное мест, так как это соответствует месту наиболее широкому кардиальному отделу.

Истории болезни

Большинство опубликованных данных о СЛР в прон-позиции были в форме историй болезни. Первоначально было выявлено 27 статей о 32 возможных случаях о проведении СЛР в прон-позиции (Таблица 1) : в 29 случаях СЛР была проведена в результате КРО во время операций в положение лежа на животе, 2 пациента прошли СЛР в прон-позиции во время выполнения биопсии под контролем КТ и 1 случай во время вентиляции в прон-позиции из-за респираторного дистресс синдрома. Хирургические процедуры, проводимые в положение лежа на животе в первую очередь включали резекцию опухоли головного мозга и операции на позвоночнике. Этиология КРО заключалась в воздушной эмболии в 11 случаях, кровотечениях в 7 случаях, стимуляция блуждающего нерва в 4 случаях, болезни сердца в 3 случаях, сдавлении дыхательных путей в 2 случаях, гиперкалиемии в 1 случае и неизвестно в 4 случаях. Мы исключили 56 % (18 из 32) историй болезни, которые мы первоначально определили, потому что положение СЛР не упоминалось или СЛР не выполнялась в прон-позиции. В остальных 14 историях случаи СЛР выполнялась в прон-позиции: 7 (50%) случаев произошли во время операции по поводу опухоли головного мозга, 6 (43%) во время операции на позвоночнике и 1 (7%) во время искусственной вентиляции легких в прон-позиции. Восстановление спонтанного кровообращения было достигнуто у всех пациентов без переворота пациента на спину. Характеристики пациентов описаны в таблице 2 (57 % мужчин; средний возраст: 35 ± 25 лет). Этиология КРО - гиповолемия в 6 случаях (43%), воздушная эмболия в 2 случаях (14%), стимуляция вагуса в 2 случаях (14%), острый коронарный синдром в 1 случае (7%), суправентрикулярная тахикардия в 1 случае (7%), обструкция дыхательных путей в 1 случае (7%) и ОРДС в другом случае (7%). Среднее время (IQR) СЛР перед восстановлением спонтанного кровообращения составляло 5 минут (3–7 минут).



Таблица 1. Зарегистрированные случаи КРО в прон-позиции.

Позиция, в которой наступила КРО	Позиция, в которой проводилась СЛР	Дефибрилляция	Восстановление спонтанного кровообращения
Прон-позиция (n = 32)	Прон-позиция (n = 14)	Да (n = 3) Нет (n = 11)	Да (n = 3) Да (n = 11)
	На спине (n = 11)	Нет (n = 11)	Да (n = 6) Нет (n = 5)
	Начало в проне, потом переворот на спину (n = 3)	Нет (n = 1)	Да (n = 1)
	На правом боку (n = 1)	Да (n = 1)	Да (n = 1)
	Торакотомия (n = 1)	Нет (n = 1)	Нет (n = 1)
	Торакотомия и прямой массаж сердца (n = 1)	Да (n = 1)	Да (n = 1)
	Не упомянуто (n = 3)	Да (n = 1) Нет (n = 1) Не упомянуто (n = 1)	Да (n = 1) Нет (n = 1) Не упомянуто (n = 1)



Таблица 2. Демографические данные и данные по СЛР пациентов, у которых была КРО и СЛР в прон-позиции.

Авторы	Пол	Возраст	Процедура	Предположительная причина КРО	Позиция СЛР	Дефибриляция	Восстановление спонтанного кровообращения	Длительность (мин.)
Sun et al	Ж	14 л	краниотомия	гиповолемия	прон	нет	да	5
Sun et al	М	34 л	спинальная хирургия	обструкция эндотрахеальной трубки	прон	нет	да	6
Tobias et al	М	12 л	спинальная хирургия	гиповолемия	прон	нет	да	7
Gueugniaud et al	М	15 л	спинальная хирургия	ишемия миокарда/гиповолемия	прон+спинальная	нет	да	10
Burki et al	Ж	6 л	иссечение опухоли	гиповолемия	прон	нет	да	20
Gomes and Bersot	Ж	77 л	иссечение опухоли	геморрагический шок/гиповолемия	прон	нет	да	2
Gomes and Bersot	Ж	53 л	иссечение опухоли	гиповолемия	прон	нет	да	3
Brown et al	Ж	60 л	спинальная хирургия	воздушная эмболия	прон	да	да	нет данных
Kelleher and Mackersee	Ж	16 мес	краниотомия	воздушная эмболия/гиповолемия	прон	нет	да	2 эпизода 7 и 4 мин.
Chauhan et al	М	49 л	поясничная дискэктомия	вагусный синдром	прон	нет	да	0,33 сек.
Dooney	М	43 л	поясничная дискэктомия	вагусный синдром	прон	нет	да	нет данных
Taylor et al	М	69 л	иссечение опухоли	острый коронарный синдром	прон	да	да	3
Mayorga-Buiza et al	М	10 л	иссечение опухоли	суправентрикулярная тахикардия	прон	да	да	8
Dequin et al	М	48 л	ИВЛ	острый респираторный дистресс синдром	прон	нет	да	5



Таблица 3. Критерии, которым должны соответствовать идеальные базовые маневры СЛР (по Макнилу)

- Не требует вентиляции рот в рот.
- Не вызывает растяжения желудка, снижает давление в желудке и предотвращает риск бронхоаспирации в случае желудочной регургитации.
- Не требует дополнительных маневров, для обеспечения проходимости дыхательных путей.
- Обеспечение вентиляции и циркуляции одним и тем же маневром. Этот маневр должен освободить верхние дыхательные пути так же, как и маневр Геймлиха.
- Возможность обучения менее чем за 30 мин. Проще техника – лучшее запоминание.
- Начиная с первых 4 минут после кардиореспираторной остановки, он обеспечивает оксигенацию, так что расширенная СЛР может быть начата в течение первых 8 минут с высокой вероятностью успеха.

Обсуждение

Выполнение базовой и расширенной СЛР в прон-позиции хорошо известно, и существуют подробные рекомендации для стандартизации выполнения. Однако руководство по СЛР в прон-позиции менее полное. СЛР в прон-позиции имеет потенциальные преимущества в отношении скорости начала, особенно если это происходит на глаза свидетеля. Скорость начала может быть одной из причин, почему успех СЛР в прон-позиции вне стационара ниже, чем в стационаре. Кроме того, примерно одна треть пациентов, перенесших КРО в больнице, уже были интубированы, что также сокращает время, необходимое для начала компрессии грудной клетки. Сокращение времени, необходимого для распознавания КРО и начала СЛР, вероятно, даёт более лучшие результаты. Существующие теории относительно механизма, с помощью которого СЛР поддерживает кровообращение, предполагают, что СЛР в прон-позиции возможна. Согласно теории «сердечного насоса», компрессии сдавливают сердце между передней стенкой позвоночника и грудиной, создавая поток в системном и легочном кровообращении. Напротив, теория «грудного насоса» утверждает, что компрессии, производимые в грудной клетке, уменьшают внутригрудной объем и увеличивают внутригрудное давление, создавая градиент, который обеспечивает приток крови к аорте и легочным артериям. Обе теории совместимы с СЛР в прон-позиции и предполагают, что ритм и глубина компрессий являются важными аспектами успешной СЛР. Текущие данные показывают, что частота компрессий должна быть адекватной, чтобы грудная клетка могла двигаться назад (100–120 сжатий в минуту). СЛР в прон-позиции также отвечает многим критериям, первоначально описанным МакНилом в 1989 г., что еще раз подчеркивает его потенциальную эффективность (Таблица 3). Использование ориентиров правильности размещения рук при проведении СЛР на спине является неэффективным во время СЛР в прон-позиции. Тем не менее, исследование изображений, проведенное в 2017 году, показало, что при размещении руки между точками T7 и T9 компрессия располагается на самом большом поперечном сечении левого желудочка (рис. 2). Существующие данные свидетельствуют о том, что СЛР в прон-позиции может генерировать даже лучший поток, чем СЛР на спине. Все случаи, включенные в этот обзор, завершились успешным восстановлением спонтанного кровообращения. Кроме того, в двух наблюдениях за пациентами, у которых не удалось выполнить СЛР в положении на спине, значения АД, полученные во время компрессий в прон-позиции, были выше, чем значения, полученные в положении лежа. Хотя механизмы, лежащие в основе возможного преимущества СЛР в прон-позиции, неясны, одна из возможностей состоит в том, что жесткость реберно-позвоночного сустава позволяет приложить большую силу к сердцу, чем компрессии, выполняемые на грудинно-реберном суставе, который является более слабым и хрупким. Кроме того, во время компрессии грудины в положении лежа на спине диафрагма и внутренние органы брюшной полости смещаются каудально, а поскольку передняя брюшная стенка не жесткая, часть приложенной силы рассеивается. Во время СЛР в прон-позиции эффективность компрессий может увеличиваться из-



за ограничения движения структур брюшной полости, так как передняя брюшная стенка остается в контакте с твердой поверхностью. Точно так же компрессии в прон-позиции могут более эффективно сдавливать грудину из-за твердой поверхности, расположенной под грудинами, что увеличивает силу, прикладываемую к желудочкам (сердечный насос), и быстрое уменьшение внутригрудного объема. Один из потенциальных недостатков СЛР в прон-позиции состоит в том, что она может быть более напряженной, чем в положении лежа на спине из-за более жесткого реберно-позвоночного сустава, требующего применения большей силы для осуществления компрессий. Симуляционные исследования показывают, что компрессии со временем становятся все более неэффективными. СЛР в прон-позиции может быть более напряженным, чем в положении лежа на спине, из-за необходимости приложения силы к дорсальной области, которая более жесткая, чем грудина. Вероятно, пользу от тренировки СЛР в прон-позиции можно поднять если учитывать эту проблему и то, что отсутствует общее знание о проведении процедуры



Рисунок 2. Место, где рекомендуется делать компрессии выполняемые в прон-позиции. Красная линия обозначает местоположение компрессии. Черная линия представляет нижнюю границу лопатки.

Некоторые ограничения рассмотренной литературы заслуживают упоминания. Хотя для всех пациентов, описанных в обзоре, было достигнуто восстановление спонтанного кровообращения, изначально все пациенты имели остановку дыхания на глазах свидетелей, защищённые дыхательные пути (интубированы), мониторинг на месте в реальном времени и быстрое начало



СЛР. Кроме того, предвзятость публикации, вероятно, объясняется редкостью проведения СЛР в прон-позиции. Возможно, что в реальных условиях, когда дыхательные пути не защищены, а внутривенный доступ затруднен, эффективность СЛР в прон-позиции может снизиться. Таким образом, результаты этого обзора ограничиваются пациентами, в основном находящимися в операционной, которые подверглись КРО в присутствии анестезиолога. Тем не менее, поскольку большинство возможностей для выполнения СЛР в прон-позиции, вероятно, возникает во время операции или в условиях палаты интенсивной терапии, мы считаем разумным оставить пациентов в прон-позиции, по крайней мере, на первые несколько минут СЛР. Как и при СЛР на спине, правильное выполнение СЛР в прон-позиции повысит ее потенциальную эффективность. Компрессии следует выполнять по средней линии грудного отдела позвоночника между Т7 и Т9 с использованием той же техники, как и при СЛР лежа на спине (рис. 2). Пациент должен располагаться на твердой поверхности. Таким образом, использование мешков с песком, мешков с сывороткой или даже сжатый кулак спасателя под грудиной может быть полезным. У пациентов с хирургическим разрезом по средней линии, например, для заднего поясничного артродеза, компрессия грудной клетки в прон-позиции одной рукой с каждой стороны разреза была успешно использована. Кроме того, можно разместить клейкие прокладки дефибриллятора в обеих подмышках или в левой средней линии подмышечной впадины и другой над правой лопаткой (Рисунок 3).



Рисунок 3. Место, где следует разместить электроды для дефибрилляции в прон-позиции.

Пациенты, расположенные на животе из-за тяжелого повреждения легких, вызванного COVID-19, также могут получить пользу от СЛР на животе. В дополнение к более быстрому началу цикла СЛР в прон-позиции пациентам с гипоксемией можно усугубить гипоксемию при перевороте пациента из прон-позиции в спинальную из-за отключения от аппарата ИВЛ и потери положительного давления в конце выдоха. Из 136 пациентов с тяжелой формой COVID, перенесших КРО во время госпитализации, 113 произошли в больничной палате и 23 - в отделении интенсивной терапии. Из них 18 пациентов достигли спонтанного восстановления кровообращения. К сожалению, в исследовании не проясняется, получали ли пациенты искусственную вентиляцию легких в положении лежа, когда возникла КРО.



Наблюдения во время исследований и изучение историй болезни, включенные в этот систематический обзор, показывают, что базовая СЛР и расширенная СЛР в прон-позиции обеспечивают гемодинамическую и вентиляционную поддержку, сравнимую с СЛР на спине. Кроме того, СЛР в прон-позиции — это единственный возможный вариант для пациентов, которые не могут быть перемещены в положение лежа на спине, таких как пациенты с механической вентиляцией легких, находящихся в прон-позиции из-за гипоксемической дыхательной недостаточности из-за COVID-19 или по другим причинам. Необходима дальнейшая работа, чтобы определить, эффективно ли проведение СЛР в реальных условиях и для каких групп пациентов.

Благодарности

Благодарим Ноэми Алуйю, библиотекаря больницы Universitari Joan XXIII de Tarragona, за ее помощь по поводу поиска ссылок. Также благодарим Петра Мангиарачина, сертифицированного преподавателя английского языка, за редактирование английской рукописи.

Дополнительные благодарности

Имя: Кристобаль Анез, доктор медицинских наук.

Вклад: Этот автор помог разработать исследование; выполнять поиск литературы; оценить соответствие исследований критериям включения; извлекать данные из исследований; составлять, редактировать и исправлять рукопись.

Имя: Анхель Бесерра-Боланьос, доктор медицины.

Вклад: этот автор помог оценить соответствие исследований критериям включения, а также подготовить и отредактировать рукопись.

Имя: Ариадна Вивес-Лопес, доктор медицины.

Вклад: этот автор помог разработать исследование, поиск литературы, оценка соответствия исследований критериям включения и извлечение данных из включенных исследований.

Имя: Аурелио Родригес-Перес, доктор медицинских наук.

Вклад: этот автор помог разработать исследование и отредактировать и отредактируйте рукопись. Этой рукописью обработали: Эйвери Тунг, доктор медицины, FCCM.

Ссылки на использованную литературу

1. Mullen L, Byrd D. Using simulation training to improve perioperative patient safety. *AORN J*. 2013;97:419–427.
2. Guérin C, Reignier J, Richard JC, et al; PROSEVA Study Group. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2013;368:2159–2168.
3. Shuster M, Lim SH, Deakin CD, et al; CPR Techniques and Devices Collaborators. Part 7: CPR techniques and devices: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Circulation*. 2010;122:S338–S344.
4. Truhlář A, Deakin CD, Soar J, et al; Cardiac Arrest in Special Circumstances Section Collaborators. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*. 2015;95:148–201.
5. Soar J, Maconochie I, Wyckoff MH, et al. 2019 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation*. 2019;145:95–150.
6. Greenland JR, Michelow MD, Wang L, London MJ. COVID-19 infection: implications for



- perioperative and critical care physicians. *Anesthesiology*. 2020;132:1346–1361.
7. Edelson DP, Sasson C, Chan PS, et al; American Heart Association ECC Interim COVID Guidance Authors. Interim guidance for basic and advanced life support in adults, children, and neonates with suspected or confirmed COVID-19: from the emergency cardiovascular care committee and get with the guidelines-resuscitation adult and pediatric task forces of the American Heart Association. *Circulation*. 2020;141:e933–e943.
8. Woo-Ming MO. Cardiorespiratory resuscitation in the prone position in small children. *West Indian Med J*. 1966;15:197–201.
9. Mazer SP, Weisfeldt M, Bai D, et al. Reverse CPR: a pilot study of CPR in the prone position. *Resuscitation*. 2003;57:279–285.
10. Wei J, Tung D, Sue SH, Wu SV, Chuang YC, Chang CY. Cardiopulmonary resuscitation in prone position: a simplified method for outpatients. *J Chin Med Assoc*. 2006;69:202–206.
11. Atkinson MC. The efficacy of cardiopulmonary resuscitation in the prone position. *Crit Care Resusc*. 2000;2:188–190.
12. Kwon MJ, Kim EH, Song IK, Lee JH, Kim HS, Kim JT. Optimizing prone cardiopulmonary resuscitation: identifying the vertebral level correlating with the largest left ventricle cross-sectional area via computed tomography scan. *Anesth Analg*. 2017;124:520–523.
13. Sun WZ, Huang FY, Kung KL, Fan SZ, Chen TL. Successful cardiopulmonary resuscitation of two patients in the prone position using reversed precordial compression. *Anesthesiology*. 1992;77:202–204.
14. Tobias JD, Mencio GA, Atwood R, Gurwitz GS. Intraoperative cardiopulmonary resuscitation in the prone position. *J Pediatr Surg*. 1994;29:1537–1538.
15. Gueugniaud PY, Muchada R, Bertin-Maghit M, Griffith N, Petit P. Non-invasive continuous haemodynamic and PETCO₂ monitoring during peroperative cardiac arrest. *Can J Anaesth*. 1995;42:910–913.
16. Burki AM, Mahboob S, Fatima T. CPR in prone position during neurosurgery. *Anaesth Pain Intens Care*. 2017;21:275–278.
17. Gomes D, Bersot C. Cardiopulmonary resuscitation in the prone position. *Open J Anesthesiol*. 2012;2:199–201.
18. Loewenthal A, De Albuquerque AM, Lehmann-Meurice C, Otteni JC. Efficacy of external cardiac massage in a patient in the prone position. *Ann Fr Anesth Reanim*. 1993;12:587–589.
19. Brown J, Rogers J, Soar J. Cardiac arrest during surgery and ventilation in the prone position: a case report and systematic review. *Resuscitation*. 2001;50:233–238.
20. Kelleher A, Mackersie A. Cardiac arrest and resuscitation of a 6-month old achondroplastic baby undergoing neurosurgery in the prone position. *Anaesthesia*. 1995;50:348–350.
21. Chauhan V, Tiwari A, Rath GP, Banik S. Asystole during lumbar discectomy: a case report. *J Clin Anesth*. 2016;31:265–266.
22. Dooney N. Prone CPR for transient asystole during lumbosacral spinal surgery. *Anaesth Intensive Care*. 2010;38:212–213.
23. Taylor JC, Buchanan CC, Rumball MJ. Cardiac arrest during craniotomy in prone position. *Trends Anaesth Crit Care*. 2013;3:224–227.
24. Mayorga-Buiza MJ, Rivero-Garvia M, Gomez-Gonzalez E, Marquez-Rivas J. Cardiac pulmonary resuscitation in prone position. The best option for posterior fossa neurosurgical patients. *Paediatr Anaesth*. 2018;28:746–747.
25. Dequin PF, Hazouard E, Legras A, Lanotte R, Perrotin D. Cardiopulmonary resuscitation in the



prone position:

Kouwenhoven revisited. *Intensive Care Med.* 1996;22:1272.

26. Khalid F, Rehman S, Abdulrahman R, Gupta S. Fatal air embolism following local anaesthetisation: does needle size matter? *BMJ Case Rep.* 2018 Feb 5;2018:bcr2017222254.

27. Ialongo P, Ciarpaglini L, Tinti MD, Suadoni MN, Cardillo G. Systemic air embolism as a complication of percutaneous computed tomography guided transthoracic lung biopsy. *Ann R Coll Surg Engl.* 2017;99:e174–e176.

28. Pan Y, Qiu B, Yu F, Hu B. Fatal air embolism during endoscopic retrograde cholangio-pancreatography (ERCP): a case report. *J Med Coll PLA.* 2012;27:239–243.

29. Kaur J, Kane D, Shinde S, Dongre V. Abstract PR030: cardiac arrest in prone position; when do I make patient supine? *Anesth Analg.* 2016;123:47.

30. Pinheiro LC, Carmona BM, de Nazareth Chaves Fascio M, de Souza IS, de Azevedo RAA, Barbosa FT. Cardiac arrest after epidural anesthesia for a esthetic plastic surgery: a case report. *Rev Bras Anesthesiol.* 2017;67:544–547.

31. Kumar MS, Gangaprasad, Vadhanan P. Prone position induced cardiac arrest in an Ebstein's anomaly child. *Paediatr Anaesth.* 2009;19:65–66.

32. Jimenez N, Song K, Lynn AM. Hemodynamic instability during prone spine surgery in a patient with merosindeficient congenital muscular dystrophy. *Paediatr Anaesth.* 2013;23:294–296.

33. Miranda CC, Newton MC. Successful defibrillation in the prone position. *Br J Anaesth.* 2001;87:937–938.

34. Reid JM, Appleton PJ. A case of ventricular fibrillation in the prone position during back stabilisation surgery in a boy with Duchenne's muscular dystrophy. *Anaesthesia.* 1999;54:364–367.

35. Lee-Archer PF, Chaseling B. Air embolism during posterior spinal fusion in a 10-year-old girl: a case report. *A A Case Rep.* 2017;8:307–309.

36. Sutherland RW, Winter RJ. Two cases of fatal air embolism in children undergoing scoliosis surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1997;41:1073–1076.

37. Albin MS, Ritter RR, Pruett CE, Kalff K. Venous air embolism during lumbar laminectomy in the prone position: report of three cases. *Anesth Analg.* 1991;73:346–349.

38. Rusconi C, Marchetti A. Etiology of cardiac arrest with massage in prone position. *Ann Fr Anesth Reanim.* 1994;13:437–439.

39. Wang KY, Yeh YC, Jean WH, Fan SZ. Cardiopulmonary resuscitation in the lateral position for an infant with an anterior mediastinal mass. *Acta Anaesthesiol Taiwan.* 2009;47:40–43.

40. Andersen LW, Holmberg MJ, Berg KM, Donnino MW, Granfeldt A. In-hospital cardiac arrest: a review. *JAMA.* 2019;321:1200–1210.

41. Travers AH, Rea TD, Bobrow BJ, et al. Part 4: CPR overview: 2010 American Heart Association Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation.* 2010;122:S676–S684.

42. McNeil EL. Re-evaluation of cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation.* 1989;18:1–5.

43. Lurie KG, Nemergut EC, Yannopoulos D, Sweeney M. The physiology of cardiopulmonary resuscitation. *Anesth Analg.* 2016;122:767–783.

44. The prone pressures (Schäfer) method of resuscitation. *Can Med Assoc J.* 1924;14:1110–1111.

45. Stewart JA. Resuscitating an idea: prone CPR. *Resuscitation.* 2002;54:231–236.

46. Yien HW. Is the upside-down position better in cardiopulmonary resuscitation? *J Chin Med Assoc.* 2006;69:199–201.

47. Theodoros A. Alternative positions for cardiopulmonary resuscitation. *Open Sci J Clin Med.* 2017;5:21–24.



48. Bhatnagar V, Jinjil K, Dwivedi D, Verma R, Tandon U. Cardiopulmonary resuscitation: unusual techniques for unusual situations. *J Emerg Trauma Shock*. 2018;11:31–37.
49. Greif R. CPR in prone position during surgery – what we learn out of such rare cases? *Trends Anaesth Crit Care*. 2013;3:224–227.
50. Feix B, Sturgess J. Anaesthesia in the prone position. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain*. 2014;14:291–297.
51. Nanjangud P, Nileshwar A. Cardiopulmonary resuscitation in adult patients in prone position. *Indian J Resp Care*. 2017;6:791–792.
52. Resuscitation Council (UK). Management of cardiac arrest during neurosurgery in adults. *Guidelines for Healthcare Providers*. 2014. Available at: https://www.resus.org.uk/sites/default/files/2020-05/CPR_in_neurosurgical_patients.pdf. Accessed August 1, 2020.
53. Saracoglu A, Saracoglu KT. Cardiopulmonary resuscitation in prone position during surgical interventions. *Middle East J Anaesthesiol*. 2018;25:3–6.
54. Walsh SJ, Bedi A. Successful defibrillation in the prone position. *Br J Anaesth*. 2002;89:799.
55. Kwee MM, Ho YH, Rozen WM. The prone position during surgery and its complications: a systematic review and evidence-based guidelines. *Int Surg*. 2015;100:292–303.
56. Shao F, Xu S, Ma X, et al. In-hospital cardiac arrest outcomes among patients with COVID-19 pneumonia in Wuhan, China. *Resuscitation*. 2020;151:18–23.