

Оценка качества базовых и расширенных реанимационных мероприятий в многопрофильном стационаре (симуляционный курс)

А. Н. Кузовлев¹, С. Н. Абдусаламов², К. А. Кузьмичев³

¹ НИИ общей реаниматологии им. В. А. Неговского,
Россия, 107031, г. Москва, ул. Петровка, д. 25, стр. 2

² Институт повышения квалификации Федерального медико-биологического агентства России,
Россия, 125371, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 91

³ Московский Клинический Научно-Практический Центр,
Россия, 111123, г. Москва, шоссе Энтузиастов, д. 86

Assessment of the Quality of Basic and Expanded Resuscitative Measures in a Multifield Hospital (Simulation Course)

Artem N. Kuzovlev¹, Sergey N. Abdusalamov², Kirill A. Kuz'michev³

¹ V. A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology
25 Petrovka Str., Build. 2, Moscow 107031, Russia

² Advanced Training Institute, Federal Medico-Biological Agency of Russia,
91 Volokolamskoye Highway, Moscow 125371, Russia

³ Moscow Clinical Theoretical and Practical Center,
86 Entuziastov Highway, Moscow 111123, Russia

На выживаемость больных при внезапной остановке кровообращения (ВОК) влияет не только немедленное начало реанимационных мероприятий, но и их качество.

Цель исследования. Оценить в рамках симуляционного курса соответствие современным национальным и международным рекомендациям базовых и расширенных реанимационных мероприятий, проводимых медицинскими работниками в стационаре.

Материалы и методы. Исследование проведено в многопрофильном стационаре г. Москвы в 2016 г. и организовано в два этапа. На первом этапе в рамках симуляционного курса проводилась оценка владения медицинскими работниками навыками базовой сердечно-легочной реанимации (СЛР) и качества выполнения компрессий грудной клетки (КГК); на втором — навыками расширенной СЛР и работы в составе реанимационных бригад. Во время выполнения бригадами учебного сценария проводилась аудио- и видеозапись, а также регистрировались параметры КГК с помощью датчика контроля качества КГК (далее — датчик) и аудиовизуальных подсказок прибора. В качестве референсных критериев использовали рекомендации Европейского совета по реанимации 2015 г. Анализ полученных данных проводился с помощью программного обеспечения ZOLL RescueNet Code Review®. Статистический анализ данных был выполнен при помощи пакета Statistica 7,0 (тест Манна-Уитни), данные были представлены в виде средней, медианы ± 25 –75 перцентилей (25-75 IQR), минимальных и максимальных значений. Достоверным считалось различие при $p < 0,05$.

Результаты. При проведении СЛР без использования датчика и аудиовизуальных подсказок у большинства медицинских работников результаты были неудовлетворительными: процент целевых КГК составил не более 10% у 72% медицинских работников ($n=18$). При проведении СЛР с использованием датчика и аудиовизуальными подсказками по качеству КГК процент целевых КГК составил 65,7%, что было достоверно выше, чем при работе без датчика и подсказок ($p=0,0000$). Если без использования датчика и подсказок целевые КГК выполнил только один медицинский работник (4%), то с датчиком — 12 (48%) ($p=0,0000$). Во всех реанимационных бригадах было зарегистрировано несоответствие последовательности действий алгоритму расширенной реанимации ЕСР 2015 г. и неэффективная командная работа. Компрессии грудной клетки не соответствовали рекомендованным параметрам, паузы до и после нанесения разряда дефибрилятора — длительными; в большинстве случаев при проведении искусственной вентиляции легких была гипервентиляция. В одной из реанимационных бригад был нарушен принцип безопасности при проведении дефибрилляции.

Закключение. Полученные нами данные свидетельствуют о недостаточном владении медицинскими работниками стационара практическими навыками базовой и расширенной СЛР. В связи с этим актуальным является обучение и регулярный ретренинг медицинских работников в формате симуляционных курсов по базовой и расширенной СЛР (в соответствии с рекомендациями Европейского совета по реанимации

Адрес для корреспонденции:

Артем Кузовлев
E-mail: artem_kuzovlev@mail.ru

Correspondence to:

Artem Kuzovlev
E-mail: artem_kuzovlev@mail.ru

Optimization of ICU

2015 г. и Национального совета по реанимации). На данных курсах и при проведении СЛР в стационаре целесообразно использовать технические средства контроля качества компрессий грудной клетки. Важным является проведение регулярных ретренингов для поддержания практического навыка на должном уровне, а также дебрифинг по качеству СЛР после каждого случая проведения реанимационных мероприятий в стационаре.

Ключевые слова: сердечно-легочная реанимация; качество реанимации; реанимационные мероприятия; компрессии грудной клетки; дефибрилляция

The survival of patients after the sudden circulatory arrest (SCA) depends not only on immediate onset of resuscitative measures, but also on their quality.

The purpose of the study. The purpose is to assess the compliance of basic and expanded resuscitative measures carried out by healthcare providers in hospitals with modern national and international guidelines within the frames of a stimulation course.

Materials and Methods. The research was performed in a multifield hospital in Moscow, in 2016. It consisted of two phases. During the first phase, within the frames of a simulation course, providers' skills in the cardiopulmonary resuscitation (CPR) and chest compression (CC) technique mastership were evaluated. During the second stage, their skills in expanded CPR and ability to work as a part of resuscitation teams were assessed. During the simulation, all team activities were recorded (both audio and video); CC parameters were also registered using a CC pressure control sensor (hereinafter referred to as a sensor) and audiovisual tips. The European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 were used as reference criteria. The analysis was performed using the ZOLL RescueNet Code Review® software. A statistical analysis was performed using the Statistica 7.0 software (Mann-Whitney *U*-test). The data were presented as a mean, median \pm 25–75 percentiles (25–75 IQR), minimum and maximum values. The difference was considered significant at $P < 0.05$.

Results. Test results of most healthcare providers were unsatisfactory when the CPR was performed without sensors and audiovisual tips: the percentage of target CCs was not more than 10% in 72% of providers ($n=18$). When the CPR was performed with sensors and audiovisual tips regulating the CC quality, the percentage of target CCs was 65.7%. i.e. it was significantly higher than that during the CPR without the sensor and the tips ($P=0.0000$). While only one provider was able to perform the target CC without the sensor and the tips (4%), 12 providers were able to do it with the sensor (48%) ($P=0.0000$). In all resuscitation teams, there was a lack in compliance with the ECR 2015 guidelines for expanded CPR, as well as ineffective team work was revealed. Chest compressions did not comply with recommended parameters; pauses before and after defibrillator discharge were too long. In most cases, there was hyperventilation during the artificial lung ventilation. The safety principle was not followed by one of resuscitation teams during the defibrillation procedure.

Conclusion. The obtained data demonstrate that healthcare providers have poor skills in basic and expanded CPR. Therefore, it is important to train and retrain healthcare providers in basic and expanded CPR within the frames of simulation training courses on a regular basis (in accordance with European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 and National Resuscitation Council). During training, the use of technical means of monitoring of the chest compression quality control in CPR should be warranted. It is important to arrange regular retraining in order to keep the skills up-to-date, as well as regular debriefings on the CPR quality after each case of resuscitation measures in a hospital.

Key words: cardiopulmonary resuscitation; resuscitation quality; resuscitation measures; chest compression; defibrillation

DOI:10.15360/1813-9779-2016-6-27-38

Введение

Внезапная остановка кровообращения (ВОК) в стационаре развивается в 1–5 случаях на 1000 госпитализаций. В качестве первичных ритмов в 18% случаев регистрируется фибрилляция желудочков или желудочковая тахикардия без пульса, и из них до выписки из стационара доживают 44% больных; после электромеханической диссоциации или асистолии – 7% больных [1–2].

Четыре мероприятия сердечно-легочной реанимации (СЛР) при ВОК являются принципиальными, т.е. обеспечивающими повышение процента выживаемости больных до выписки из стационара (рис. 1): немедленная диагностика ос-

Introduction

The sudden circulatory arrest (SCA) in hospitals occurs in 1–5 cases per 1,000 hospitalizations. Primary rhythms included ventricular fibrillation or pulseless ventricular tachycardia in 18% of cases; of these, 44% of patients survived to the discharge from the hospital, whereas 7% of patients survived after electromechanical dissociation or asystolia [1–2].

Four steps of the cardiopulmonary resuscitation (CPR) are crucial for the SCA, because they improve the survival rates (Fig. 1): immediate diagnosis of the circulatory arrest and call for help; immediate initiation of effective chest compression (CC);

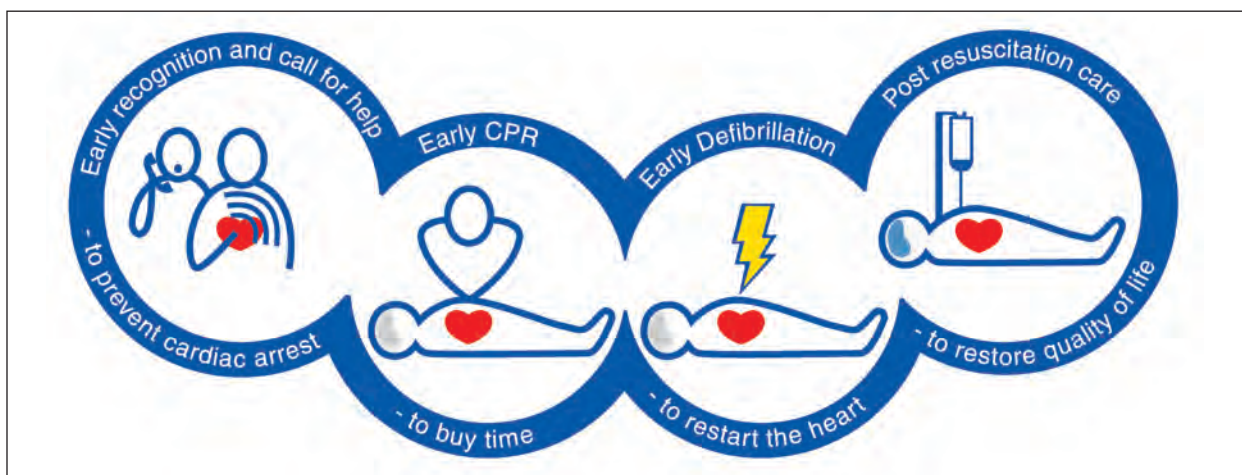


Рис. 1. Цепь выживания (принципиальные элементы реанимационного алгоритма) [1].

Fig. 1. The chain of survival (principal elements of the resuscitation algorithm) [1].

Примечание. Early recognition and call for help – Раннее распознавание и вызов помощи; to prevent cardiac arrest – чтобы предупредить остановку сердца; Early CPR – ранняя СЛР; to buy time – чтобы выиграть время; Early defibrillation – ранняя дефибриляция; to restart the heart – чтобы запустить работу сердца; Post resuscitation care – мероприятия в постреанимационном периоде; to restore the quality of life – чтобы восстановить качество жизни.

тановки кровообращения и вызов помощи, немедленное начало эффективных компрессий грудной клетки (КГК), немедленная дефибриляция, совокупность мероприятий в постреанимационном периоде [1–7].

Раннее начало компрессий грудной клетки увеличивает выживаемость при ВОК в 2–3 раза. Компрессии грудной клетки и дефибриляция, выполненные в первые 3–5 мин. от начала ВОК, обеспечивают выживаемость 49–75%, а каждая минута промедления с дефибриляцией уменьшает вероятность выживания на 10–15%. Компрессии грудной клетки позволяют поддерживать малый, но достаточно эффективный кровоток в сосудах сердца и головном мозге. Все лица, оказывающие помощь при ВОК, вне зависимости от уровня образования и подготовленности, должны проводить КГК. При проведении СЛР мозговой кровоток должен быть не менее 50% от нормы для восстановления сознания, и не менее 20% от нормы для поддержания жизнедеятельности клеток. Коронарное перфузионное давление при проведении СЛР должно быть не менее 15 мм рт. ст. Проведение непрерывных эффективных компрессий грудной клетки увеличивает вероятность того, что последующая дефибриляция устранил ФЖ и восстановит гемодинамически эффективный ритм. Непрерывные компрессии грудной клетки особенно важны, когда нет возможности провести дефибриляцию, и в ранний период после нее, когда сокращения сердца еще медленные и слабые [3–9].

На выживаемость больных при ВОК влияет не только немедленное начало реанимационных мероприятий, но и их качество: выполнение компрессий грудной клетки и дефибриляции в соот-

immediate defibrillation; and therapeutic measures taken in the post-resuscitation period [1–7].

Early initiation of chest compressions increases the survival rate at SCA by 2–3-fold. Chest compression and defibrillation performed within the first 3–5 minutes after SCA provides a 49–75% survival; for every minute that defibrillation is delayed, survival decreases by 10% to 15%. Chest compressions permit to sustain a minor but quite effective blood flow in cardiac and cerebral vessels. All persons involved in rendering medical aid for SCA should perform CC irrespective of their education and skills. During the CPR, the cerebral blood flow should comprise not less than 50% of the normal one to regain consciousness and not less than 20% of the normal one to sustain the vital functions of cells. Coronary perfusion pressure during the CPR should be not less than 15 mm Hg. Continuous effective chest compressions increase the chances of subsequent defibrillation to eliminate VF and to restore a hemodynamically effective rhythm. Continuous chest compressions are especially vital, when it is impossible to perform defibrillation; they are also important immediately after the defibrillation, because the heartbeat is slow and weak [3–9].

The survival of patients after the SCA depends not only on immediate initiation of resuscitative measures, but also on their quality: chest compression and defibrillation should be performed in accordance with international guidelines, the resuscitation algorithm should be followed, and every member of the resuscitation team should understand his role. In-patient SCA care algorithms are specified by current European (ECR 2015) and National Resuscitation Council guidelines (NCR 2015) [1, 10].

ветствии с международными рекомендациями, соблюдение реанимационного алгоритма, четкое распределение ролей между участниками реанимационной бригады. Алгоритмы оказания помощи при ВОК в стационаре регламентированы современными рекомендациями и Европейского (ЕСР, 2015 г.) и Национального советов по реанимации (НСР, 2015 г.) [1, 10].

Цель исследования — оценить в рамках симуляционного курса соответствие современным национальным и международным рекомендациям базовых и расширенных реанимационных мероприятий, проводимых медицинскими работниками в стационаре.

Материал и методы

Данное одноцентровое исследование провели в многопрофильном стационаре г. Москвы в 2016 г., в соответствии с принципами Хельсинкской Декларации, Национальными стандартами, рекомендациями НИИ общей реаниматологии им. В. А. Неговского.

Исследование организовали в 2 этапа. На 1-м этапе провели оценку владения медицинскими работниками навыками базовой СЛР на учебном манекене (оценивали наиболее важный элемент реанимационного алгоритма — качество компрессий грудной клетки), на 2-м этапе — оценку владения навыками расширенной СЛР и работы в составе реанимационных бригад. Все участники были заранее проинформированы о дизайне исследования и дали согласие на участие в нем.

Этап 1. Оценку качества проведения компрессий грудной клетки провели на выборке из 25 медицинских работников стационара (10 мужчин/15 женщин; возраст $36,5 \pm 5,5$ лет, средний стаж работы по специальности $8,7 \pm 4,3$ года). Из них 10 врачей (анестезиологи-реаниматологи, кардиологи отделения неотложной кардиологии, терапевты, неврологи) и 15 медицинских сестер отделений анестезиологии-реаниматологии, экстренной и плановой кардиологии, терапии, неврологии.

Оценку качества компрессий грудной клетки выполнили на учебном манекене Laerdal Resusci Anne по следующему алгоритму:

- 2 минуты компрессий грудной клетки без обратной связи по качеству СЛР (датчик контроля качества КГК и аудиовизуальные подсказки прибора выключены).
- 2 минуты компрессий грудной клетки с обратной связью по качеству СЛР от дефибриллятора ZOLL R Series (датчик контроля качества КГК и аудиовизуальные подсказки прибора включены).
- сохранение и анализ данных с выделением случаев попадания участником в рекомендованные параметры СЛР (с помощью программного обеспечения ZOLL RescueNet Code Review®), статистический анализ.

Этап 2. Оценку качества проведения расширенной сердечно-легочной реанимации (Advanced life support) провели с использованием учебных сценариев остановки кровообращения на роботе-симуляторе Laerdal Kelly. Выполнили 4 учебных сценария в 4-х командах, каждая из которых состояла из 2-х врачей анестезиологов-реа-

нестезиологов. The purpose of the study. The purpose is to assess the compliance of basic and expanded resuscitative measures carried out by healthcare providers in hospitals with modern national and international guidelines within the frames of a stimulation course.

Materials and Methods

This single-center research was performed in a multi-field hospital in Moscow in 2016. It was carried out in accordance with principles of the Helsinki Declaration, National Standards, and guidelines of the V. A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology.

The research consisted of two phases. During the first phase, providers' skills in the cardiopulmonary resuscitation (CPR) technique mastery were evaluated using a training manikin (at that, the most important element of the resuscitation algorithm, namely the quality of chest compression, was assessed). During the second stage, their skills in expanded CPR and ability to work as a part of resuscitation teams were assessed. All participants were informed about the study design beforehand and expressed their consent.

Phase 1. The quality of chest compressions was assessed in a sample of 25 healthcare providers (10 men/15 women; the median age: 36.5 ± 5.5 years; median occupational experience: 8.7 ± 4.3). Of them, 10 subjects were physicians (anesthetists/resuscitation specialists, emergency care cardiologists, general practitioners, neurologists) and 15 ones were nurses from ICUs, emergency and planned cardiology units, medical unit, and neurology unit.

The quality of chest compressions was assessed using a Laerdal Resusci Anne training manikin according to the following algorithm:

- two minutes of chest compression without any feedback on the CPR quality (a CC quality control sensor and device's audiovisual tips were switched off).
- two minutes of chest compression with a feedback on the CPR quality from a ZOLL R Series defibrillator (a CC quality control sensor and device's audiovisual tips were switched on).
- registration and analysis of data and detection of cases when a study subject managed to meet the recommended criteria for CPR (using ZOLL RescueNet Code Review® software), statistical analysis.

Phase 2. The expanded CPR (advanced life support) quality was assessed by means of training scenarios of circulatory arrest using the Laerdal Kelly training manikin. Four training scenarios were performed by 4 teams. Each team consisted of two anesthetists/resuscitation specialists and two ICU nurses (from multifield, cardiosurgical, cardiological and medical hospitals; $n=16$; 9 men/7 women; median age: 39.4 ± 6.5 years; median occupational experience: 9.7 ± 4.5 years).

During the simulation, all team activities were recorded (both audio and video) in order to analyze the quality of the expanded CPR and the effectiveness of the team work; CC parameters were also registered using a CC pressure control sensor placed on the manikin before each simulation.

ECR 2015 guidelines were used as reference criteria [1, 10]. The chest compression parameters were assessed using the following criteria:

ниматологов и 2-х медицинских сестер отделений реаниматологии стационара (общего, кардиохирургического, кардиологического и терапевтического профиля; $n=16$; 9 мужчин/7 женщин; возраст $39,4\pm 6,5$ лет, средний стаж работы по специальности $9,7\pm 4,5$ года).

Во время выполнения командой учебного сценария проводили аудио- и видеозапись (с целью анализа качества выполнения алгоритма расширенной СЛР и эффективности командной работы), а также оценку качества КГК с помощью датчика, размещаемого на манекене перед каждой симуляцией.

В качестве референсных критериев использовали рекомендации ESR 2015 г. [1, 10]. Параметры компрессий грудной клетки оценивали по следующим критериям:

- частота компрессий грудной клетки — 100–120 в минуту;
- глубина компрессий грудной клетки — не менее 5 см, но не более 6 см;
- отсутствие налегания или полное расправление грудной клетки;
- фракция СЛР — минимум 60% от всего времени реанимационных мероприятий (фракция СЛР — процент времени от общего времени реанимации, затраченного только на компрессии грудной клетки); перерывы в компрессиях грудной клетки — не более 10 сек. для выполнения искусственных вдохов и не более 5 сек. для выполнения дефибрилляции;
- отсутствие гипервентиляции (рекомендованная частота искусственных вдохов — 10–12/мин.) [11–12].

Симуляционный курс проводили на манекенах Laerdal Resusci Anne и Kelly (Laerdal, Норвегия). Анализ полученных данных проводили с помощью программного обеспечения ZOLL RescueNet Code Review®. Статистический анализ данных производили при помощи пакета Statistica 7.0. Использовали общепринятые математико-статистические методы расчета основных характеристик выборочных распределений: непараметрические методы статистического анализа (тест Манна-Уитни), данные были представлены в виде средней, медианы ± 25 –75 перцентилей (25–75 IQR), минимальных и максимальных значений. Достоверным считали различие при $p<0,05$.

Результаты и обсуждение

Этап 1. Анализ эффективности выполнения компрессий грудной клетки (с датчиком контроля качества КГК и аудиовизуальными подсказками прибора и без них).

При выполнении КГК без контроля качества средняя глубина и частота компрессий были в рекомендованных пределах у большинства медицинских работников. Однако процент целевых компрессий грудной клетки (т.е. выполненных с рекомендованной глубиной и частотой) не превышал 10% у 72% медицинских работников. Разброс минимальных и максимальных показателей глубины и частоты КГК был значительным. У двух медицинских работников качество КГК исходно было достаточно высоким (55% и 79%) и

- the rate of chest compressions is 100–120 per min;
- the depth of chest compression is not less than 5 cm, but not more than 6 cm;
- no overlying or complete chest stretching;
- chest compression fraction comprises minimum 60% of time spent for resuscitation measures (chest compression fraction is the percentage of time spent for chest compressions alone); intervals between chest compressions are not more than 10 sec for artificial breathing and not more than 5 sec for defibrillation;
- absence of hyperventilation (the recommended artificial breathing rate is 10–12/min) [11–12].

The simulation course was performed using Laerdal Resusci Anne and Kelly manikins (Laerdal, Norway). The analysis of the obtained data was performed using the ZOLL RescueNet Code Review® software. The statistical analysis of data was performed using the Statistica 7.0 software. Widely-accepted mathematical and statistical methods were used for the analysis of principal characteristics of sampling distribution: nonparametric methods of statistical analysis (Mann-Whitney U-test) were applied. Besides, the data were presented as a mean, median ± 25 –75 percentiles (25–75 IQR), minimal and maximum values. The difference was considered significant at $P<0.05$.

Results and Discussion

Phase 1. The analysis of chest compression quality (with and without a CC quality control sensor and device's audiovisual tips).

When CC was performed without quality control, the median depth and rate of compressions were within the recommended limits in most providers. However, the percentage of target chest compressions (i.e. those done with the recommended depth and rate) did not exceed 10% in 72% of healthcare providers. The dispersion of minimal and maximum CC depth and rate values was significant. Two providers demonstrated sufficiently high quality of CC skills (55% and 79%) at baseline, and they insignificantly improved them using a controller (65% and 95%, respectively). Most healthcare providers demonstrated poor quality of chest compression skills. Data on the CC quality without a controller are presented in Fig. 2.

When the chest compression was performed with the quality control, the median depth and rate of compressions were within the recommended limits; at that, the dispersion of minimal and maximal values of CC depth and rate was less pronounced. When the CPR was performed with sensors and audiovisual tips regulating the CC quality, the percentage of target CCs was 65.7%, i.e. it was significantly higher than that during the CPR without the sensor and the tips ($P=0.0000$). While only one provider was able to perform the target CC without the sensor and the tips (4%), 12 providers were able to do it with the sensor (48%) ($P=0.0000$).

Optimization of ICU

недостаточно улучшилось при использовании контроллера (65% и 95% соответственно). Качество декомпрессии грудной клетки страдало у большинства медицинских работников. Данные по качеству КГК без контроллера представлены на рис. 2, *a*.

При выполнении компрессий грудной клетки с контролем качества средняя глубина и частота компрессий были в рекомендованных пределах, при этом разброс минимальных и максимальных показателей глубины и частоты компрессий грудной клетки был менее выраженным. При использовании датчика контроля качества КГК и аудиовизуальных подсказок прибора процент целевых КГК составил 65,7%, что было достоверно выше, чем при работе без датчика и подсказок ($p=0,0000$). Если без датчика и подсказок целевые компрессии грудной клетки выполнил только один медицинский работник (4%), то с контроллером — 12 (48%) ($p=0,0000$).

Данные по качеству компрессий грудной клетки с датчиком и подсказками представлены на рис. 2, *b*. Обобщенные данные по всем участникам данного этапа исследования представлены в таблице 1.

Таким образом, при проведении компрессий грудной клетки без датчика контроля качества КГК и аудиовизуальных подсказок у большинства медицинских работников СЛР не соответствовала рекомендованным параметрам: процент целевых КГК составил не более 10% у 72% медицинских работников ($n=18$). При использовании датчика контроля качества КГК и аудиовизуальных подсказок прибора процент целевых

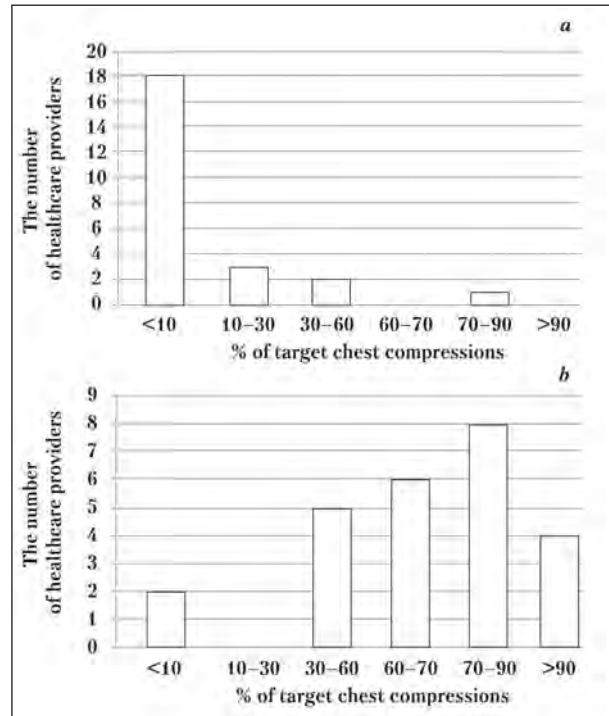


Рис. 2. Распределение медицинских работников по качеству СЛР при выполнении компрессий грудной клетки (КГК).
Fig. 2. Distribution of healthcare providers according to the quality of the CPR while performing the chest compressions (CC).

Note. *a* — without a CC quality control sensor and device's audiovisual tips; *b* — with a CC quality control sensor and device's audiovisual tips.

Примечание. *a* — без датчика контроля качества КГК и аудиовизуальных подсказок прибора; *b* — с датчиком контроля качества КГК и аудиовизуальных подсказок прибора. % of target chest compressions — % целевых компрессий грудной клетки; The number of healthcare providers — число медицинских работников.

Таблица 1. Результаты выполнения алгоритма расширенной реанимации и работы в реанимационных бригадах.
Table 1. Advanced life support algorithm in groups.

Parameters of advanced life algorithm	Controls		Values of parameters in groups				Mean in groups
	ERC	UCSD	1 st	2 ^d	3 ^d	4 th	
Compression fraction	>80%	91%	83,90%	67,80%	65,59%	57,08%	68,59%
Rate per min	100–120	123	87	124	132	109	113
Depth, cm	5–6	6,6	3,6	4,9	4,4	4,4	4,34
% of compressions in target			0%	7,52%	1,97%	12,97%	6%
Pre-shock pause, sec. (min–max)	<5 (total time)	2,6	4,7 (3–7)	17,0	11,0 (7–15)	12,7 (4–19)	11,3
Post-shock pause, sec. (min–max)	for shock delivery)	3,6	4,0 (3–5)	3,0	2,5 (2–3)	2,7 (2–3)	3,2
Ventilation rate per min	8–10	9,7	55 (mask) 50 (after intubation)	9	10	30	26

Notes. ERC — European resuscitation council. UCSD -San Diego University Clinic (example of effective CPR quality control implementation).

Примечание. ERC — Европейский совет по реанимации. UCSD — Университетская клиника Сан-Диего (пример клиники, где была успешно внедрена программ контроля высокого качества СЛР). Parameters of advanced life algorithm — параметры реанимационного алгоритма; Compression fraction — фракция компрессий; Rate per min — частота в мин; Depth — глубина; of compressions in target — целевых компрессий; Pre-shock pause, sec. (min–max) — пауза до разряда, сек (мин.—макс. значения); Post-shock pause — пауза после разряда; Ventilation rate per min — частота вентиляции легких в мин; Controls — контрольные значения; Values of parameters — значения параметров; in groups — в группах; Mean — средние значения; total time for shock delivery — общее время на нанесение разряда; mask — маска; after intubation — после интубации.

Таблица 2. Обобщенные данные по качеству компрессий грудной клетки на первом этапе исследования.
Table 2. Summarized data on the CC quality during the first phase of the study.

Study subject No	Phases of assesment of the chest compression quality					
	Without CPR Quality Feedback			With CPR quality feedback		
	Chest compression parameters					
	Depth, cm	Rate, 1 per min	CPR Quality, %	Depth, cm	Rate, 1 per min	CPR Quality, %
1.	4.5	81.7	0	5.0	107.5	49.1
2.	5.5	117.9	55.0	5.1	104.4	63.0
3.	4.0	96.6	1.5	5.7	117.3	76.4
4.	5.8	83.4	0.5	6.9	85.9	5.4
5.	4.9	133.3	0.3	5.7	119.8	63.0
6.	3.2	132.3	0	5.2	118.8	64.3
7.	4.3	112.5	0.8	5.2	123.2	34.3
8.	5.8	112.2	79.6	5.6	111.0	95.5
9.	4.5	119.7	15.7	5.6	105.4	76.1
10.	3.7	129.9	0	5.3	108.0	88.0
11.	5.0	127.7	9.2	5.5	117.9	67.0
12.	7.2	94.5	0	7.5	107.3	0.0
13.	5.4	133.5	0.3	5.6	118.8	68.8
14.	6.5	119.5	5.1	5.9	107.1	74.8
15.	4.3	112.5	2.1	5.5	106.6	93.5
16.	4.9	114.9	36.9	5.1	115.0	70.7
17.	6.5	94.9	4.2	5.7	107.8	79.5
18.	6.6	79.9	0	5.6	114.6	88.2
19.	6.3	133.6	1.1	5.9	112.2	60.5
20.	4.6	135.8	0.3	5.3	107.3	90.7
21.	6.3	106.4	11.2	5.4	111.1	93.4
22.	5.1	128.6	3.1	5.3	112.1	74.8
23.	3.7	107.3	2.7	5.0	111.7	44.1
24.	4.4	117.1	10.7	5.2	116.4	56.7
25.	5.9	134.2	0	5.5	120.3	59.2
Mean±σ	5.1±1.0	113.6±17.4	10.0±19.7	5.6±0.5	111.1±7.4	65.7±25.0
(25–75 IQR)	4.9	116.0	1.8	5.4	111.3	69.7
	(4.4–6.0)	(101.5–129.2)	(0.3–10.0)	(5.2–5.6)	(107.3–116.8)	(58.6–83.7)
Min	3.2	79.9	0	4.9	85.9	0
Max	7.2	135.8	79.6	7.4	123.2	95.5

Примечание. Study subject No – № исследуемого; Phases of assesment of the chest compression quality – этапы оценки качества компрессий грудной клетки; Without / with CPR quality feedback – без / с обратной связью по СЛР; Chest compression parameters – параметры компрессий грудной клетки; Depth, cm – глубина, см; Rate, 1 per min – частота, 1/мин; CPR Quality – качество СЛР. Mean – среднее значение; Median – Медиана.

КГК составил 65,7%, что было достоверно выше, чем при работе без контроллера ($p=0,0000$). Если без датчика и аудиовизуальных подсказок целевые КГК выполнил только один медицинский работник (4%), то с датчиком и подсказками – 12 (48%) ($p=0,0000$).

Этап 2. Анализ эффективности выполнения алгоритма расширенной реанимации и работы в реанимационных бригадах.

Анализ количественных показателей проведения расширенной СЛР в реанимационных бригадах свидетельствует об их несоответствии рекомендациям ЕСР 2015 г. и НСР 2015 г.

Глубина КГК была ниже целевых значений во всех бригадах, частота находилась в целевом диапазоне только в бригаде №4. Фракция КГК была достаточно высокой во всех реанимационных бригадах. Во всех реанимационных бригадах КГК прерывались на длительное время для анализа ритма и нанесения разряда: паузы составляли

Data on the CC quality with a sensor and tips are presented in Fig. 2. Summarized data on all participants of this stage are presented in Table 1.

Therefore, test results of most healthcare providers were unsatisfactory when the CPR was performed without sensors and audiovisual tips: the percentage of target CCs was not more than 10% in 72% of providers ($n=18$). When the CPR was performed with sensors and audiovisual tips regulating the CC quality, the percentage of target CCs was 65.7%, i.e. it was significantly higher than that during the CPR without the controller ($P=0.0000$). While only one provider was able to perform the target CC without the sensor and the audiovisual tips (4%), 12 providers were able to do it with the sensor (48%) ($P=0.0000$).

Phase 2. The analysis of the effectiveness of following the expanded resuscitation algorithm and resuscitation teamwork.

The analysis of quantitative parameters of expanded CPR in resuscitation team demonstrated

от 8,7 до 20,0 сек, что не соответствует рекомендациям ECR 2015 г., уменьшает эффективность последующего разряда дефибриллятора и увеличивает летальность [13–17].

В бригадах 1 и 4 была зарегистрирована значительная гипервентиляция, что ассоциировано с повышенной летальностью [1]. В бригадах 2 и 3 вентиляция легких проводилась с рекомендованными ECR параметрами.

Подробный анализ качества расширенной СЛР в каждой реанимационной бригаде представлен в таблице 2.

Таким образом, во всех реанимационных бригадах было зарегистрировано несоответствие последовательности действий алгоритму расширенной реанимации ECR 2015 г. и неэффективная командная работа. Компрессии грудной клетки не соответствовали параметрам, рекомендованным ECR 2015 г., паузы до и после нанесения разряда дефибриллятора — длительными; в большинстве случаев при проведении искусственной вентиляции легких была зарегистрирована гипервентиляция. В одной из реанимационных бригад был нарушен принцип безопасности при проведении дефибрилляции.

Компрессии грудной клетки являются принципиальным элементом реанимационного алгоритма, должны быть начаты в пределах первой минуты от момента развития ВОС и должны соответствовать определенным параметрам (частота 100–120 в минуту; глубина минимум 5 см, максимум 6 см; отсутствие налегания или полное расправление грудной клетки; фракция СЛР — более 60% от всего времени реанимационных мероприятий, минимальные перерывы [1, 10]. Каждый из указанных параметров влияет на исходы реанимационных мероприятий.

Доказано, что глубина КГК ассоциирована с большей частотой оживления при ВОК (в среднем 53,6 мм у выживших против 48,8 мм у умерших; углубление КГК на каждые 5 мм ассоциировано с увеличением частоты оживления) [18–19]. Сходные данные получены в отношении частоты КГК: максимальная частота оживления достигается при частоте компрессий грудной клетки 125/мин.; при больших или меньших значениях частоты КГК частота оживления снижается; частота КГК не ассоциирована с выживаемостью больных [20]. Низкая скорость декомпрессии грудной клетки ухудшает исходы СЛР: отношение шансов для высокой и средней скорости декомпрессии ≥ 400 мм/с и 300–399,9 мм/с составило 4,17 и 3,08 соответственно; скорость декомпрессии грудной клетки ≥ 400 мм/с ассоциирована с более высокой частотой благоприятных неврологических исходов; увеличение скорости декомпрессии грудной клетки на каждые 10 мм/с ассоциировано с увеличением выживаемости при

that they failed to comply with ECR 2015 and NCR 2015 guidelines.

The CC depth was lower than target values in all teams; the rate was within the target range only in team No. 4. The CC fraction was high enough in all resuscitation teams. In all teams, the CC was interrupted for a long period of time for the rhythm analysis and discharge: the intervals were equal to 8.7–20.0 sec, which did not comply with ECR 2015 guidelines and decreased the effectiveness of a subsequent defibrillator discharge and increased the mortality rate [13–17].

In teams 1 and 4, significant hyperventilation was registered, and it was associated with the increased mortality rate [1]. In teams 2 and 3, the lung ventilation was performed in accordance with guidelines recommended by ECR.

A detailed analysis of the expanded CPR in each team is presented in Table 2.

Therefore, in all resuscitation teams, there was a lack in compliance with the ECR 2015 guidelines for expanded CPR, as well as ineffective team work was revealed. Chest compressions did not comply with parameters recommended by ECR 2015; pauses before and after defibrillator discharge were too long. In most cases, there was hyperventilation during the mechanical ventilation. The safety principle was not followed by one of resuscitation teams during the defibrillation procedure.

Chest compression is a crucial element of the resuscitation algorithm; CC should be initiated within the first minute after SCA and should comply with certain parameters (the rate is 100–120 per minute; the minimal depth is 5 cm, the maximum one is 6 cm; there should be no overlying or complete chest stretching; the CC fraction comprises 60% of the total time spent for resuscitation measures; the intervals are minimal) [1, 10]. Each of the above parameters affects the outcomes of resuscitation measures.

It has been demonstrated that the CC depth is associated with higher resuscitation rates at SCA (at the average, 53.6 mm in survived patients vs. 48.8 mm in died patients; increased CC depth by 5 mm was associated with the increased resuscitation rates) [18–19]. Similar data were obtained on the CC rates: the maximum resuscitation rate was achieved at the CC compression rate of 125/min; the resuscitation rate decreased with higher or lower CC rates; the CC rate was not associated with patient's survival [20]. A low rate of chest decompression worsens the CPR outcomes: the odds ratio for high and medium decompression rates of ≥ 400 мм/с and 300–399.9 мм/с was equal to 4.17 and 3.08, respectively; the chest decompression rate of ≥ 400 мм/с was associated with a higher incidence of unfavorable neurological outcomes; an increase of the chest decompression by each 10 мм/с was associated with

ВОК [21–22]. Паузы в КГК должны быть минимизированы, что определяет эффективность последующего разряда дефибриллятора и выживаемость больных [13–19]. Частота искусственной вентиляции легких при проведении СЛР не должна превышать 10/мин, так как гипервентиляция приводит к увеличению внутригрудного давления, снижению коронарного перфузионного давления и повышению летальности при ВОС [23].

Полученные нами данные аналогичны результатам международных исследований, в которых было доказано, что без функции обратной связи по качеству КГК в среднем менее 40% медицинских работников выполняет КГК достаточной глубины и частоты, а большинство попадает в группу, выполняющую лишь 0–20% компрессий в соответствии с рекомендациями ECR 2015 г. При проведении обучения навыкам базовой СЛР без датчика качества КГК и аудиовизуальных подсказок прибора большинство медицинских работников переоценивает глубину выполняемых КГК и недооценивает их фракцию. Использование средств обратной связи во время обучения базовой СЛР позволяет улучшить субъективное восприятие глубины КГК [24]. Применение датчиков контроля качества КГК при проведении СЛР вне стационара дает возможность увеличить глубину и снизить частоту КГК, не изменяет их фракцию и увеличивает частоту оживления, без влияния на отдаленные исходы в постреанимационном периоде [25].

Высококачественные КГК необходимо интегрировать в алгоритм расширенной СЛР, который включает в себя дифференцированный подход в зависимости от нарушения сердечного ритма, навыки безопасной дефибрилляции, использования лекарственных препаратов и скоординированной работы в реанимационной бригаде. Освоение данного навыка требует прохождения симуляционного обучения и регулярного ретренинга. По данным исследований внедрение в стационаре образовательных программ по навыкам расширенной СЛР и технических средств контроля эффективности КГК приводит к улучшению качества СЛР (улучшение качества КГК по частоте, глубине и фракции; уменьшение пауз в КГК; снижение частоты искусственной вентиляции легких), выживаемости (общая выживаемость — с 8,7 до 13,9%; выживаемость при ритмах, требующих дефибрилляции, — с 26,3 до 55,6%) и качества функциональных исходов после внебольничной ВОК [26]. Кроме того, в значительной степени на выживаемость при ВОК оказывает влияние проведение дебрифинга после каждого случая СЛР в стационаре [27].

Полученные нами данные свидетельствуют о недостаточном владении медицинскими работниками стационара практическими навыками базовой и расширенной СЛР, соответствующими

increased survival rates at SCA [21–22]. Intervals in CC should be minimized, thus determining the effectiveness of the subsequent defibrillator discharge and patient's survival rate [13–19]. The artificial ventilation rate during the CPR should not exceed 10/min, because hyperventilation leads to the increased intrathoracic pressure, decreased coronary perfusion pressure and increased SCA-associated mortality rate [23].

The obtained data were similar to the results of international studies, which confirmed that, at the average, less than 40% of healthcare providers performed CC with sufficient depth and rate without any feedback on the CC quality, whereas most providers performed only 0–20% of compressions in accordance with ECR 2015 guidelines. Most healthcare providers overestimate the CC depth and underestimate their fraction. Feedback during the CPR training permitted to improve the subjective perception of the CC depth [24]. The use of CC quality control sensors during the CPR outside hospitals permits to increase the CC depth and decrease its rate, but does not affect their fraction and decreases the resuscitation rates, without any effect on delayed outcomes in the post-resuscitation period [25].

CC of high quality should be integrated in the algorithm of the expanded CPR which includes a differentiated approach depending on the impairment of the cardiac rhythm, safe defibrillation, drug therapy, and coordinated resuscitation team work. Mastering of these skills requires simulation training and regular retraining. Based on research data, introduction of training in basic and expanded CPR and the use of CC effectiveness controllers improve the CPR quality (improved CC quality in the rate, depth and fraction; decreased intervals between CC; decreased artificial ventilation rate), the survival rate (overall survival rate was 8.7–13.9%; survival in rhythms requiring defibrillation was 26.3–55.6%), and the quality of functional outcomes after out-of-hospital SCA [26]. In addition, debriefing after each CPR case in the hospital significantly affected the survival rate at SCA [27].

The obtained data demonstrate that healthcare providers have poor skills in basic and expanded CPR specified by corresponding current international and national guidelines. Therefore, it is important to train healthcare providers in basic and expanded CPR within the frames of simulation training courses on a regular basis (in accordance with ECR 2015 and NCR 2015 guidelines). During this training, effective CC, safe and effective defibrillation, expanded CPR algorithm, and team work skills should be mastered. During training, the use of technical means of monitoring of the chest compression quality control in CPR should be warranted. It is important to arrange regular retraining in order to keep the skills up-to-date, as well as regular debrief-

современным международным и национальным рекомендациям. В связи с этим актуальным является обучение медицинских работников в формате симуляционных курсов по базовой и расширенной СЛР (в соответствии с рекомендациями ЕСР 2015 г. и НСР 2015 г.). На данных курсах должны быть отработаны навыки выполнения эффективных КГК, безопасной и эффективной дефибрилляции, алгоритм расширенной СЛР, навыки работы в реанимационной бригаде. На симуляционных курсах и при проведении СЛР в стационаре целесообразно использовать технические средства контроля качества КГК. Кроме того, важным является проведение регулярных ретренингов для поддержания практического навыка на должном уровне, а также дебрифинг по качеству СЛР после каждого случая проведения реанимационных мероприятий в стационаре.

Выводы

При проведении СЛР без использования датчика и аудиовизуальных подсказок у большинства медицинских работников процент целевых КГК составил не более 10% у 72%. При проведении СЛР с использованием датчика и аудиовизуальными подсказками по качеству КГК процент целевых КГК составил 65,7%, что было достоверно выше, чем при работе без датчика и подсказок. Во всех реанимационных бригадах было зарегистрировано несоответствие последовательности действий алгоритму расширенной реанимации ЕСР 2015 г. и неэффективная командная работа. Компрессии грудной клетки не соответствовали рекомендованным параметрам, паузы до и после нанесения разряда дефибриллятора — длительными; в большинстве случаев при проведении искусственной вентиляции легких была гипервентиляция.

Полученные результаты подтверждают актуальность систематизированного обучения медицинских работников стационара навыкам базовой и расширенной СЛР, соответствующим

ings on the CPR quality after each case of resuscitation measures in a hospital.

Conclusion

The percentage of target CCs during CPR without sensors and audiovisual tips in most healthcare providers was not more than 10% in 72% of providers. When the CPR was performed with sensors and audiovisual tips regulating the CC quality, the percentage of target CCs was 65.7%, i.e. it was significantly higher than that during the CPR without the sensor and the tips. In all resuscitation teams, there was a lack in compliance with the ECR 2015 guidelines for expanded CPR, as well as ineffective team work was revealed. Chest compressions did not comply with recommended parameters; pauses before and after defibrillator discharge were too long. In most cases, there was hyperventilation during the mechanical ventilation.

The obtained data confirmed the urgency of regular training of healthcare providers in basic and expanded CPR skills complying with current international guidelines, the use of CC quality control sensors during the training and in clinical practice, regular retraining and debriefing after each case of resuscitation measures in the hospital. Introduction of this comprehensive approach in hospitals will improve the treatment outcomes in patients with sudden cardiac arrest.

современным международным рекомендациям, использования датчиков контроля качества КГК во время обучения и в клинической практике, регулярного ретренинга и дебрифинга по каждому случаю проведения реанимационных мероприятий в стационаре. Внедрение в стационаре подобного комплексного подхода позволит улучшить результаты лечения больных с внезапной остановкой сердца.

Литература

1. *Monsieurs K.G., Nolan J.P., Bossaert L.L., Greif R., Maconochie I.K., Nikolaou N.I., Perkins G.D., Soar J., Truhlár A., Wyllie J., Zideman D.A.; ERC Guidelines 2015 Writing Group.* European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 1. Executive summary. *Resuscitation.* 2015; 95: 1–80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.038>. PMID: 26477410
2. *Лигатюк П.В., Перепелица С.А., Кузовлев А.Н., Лигатюк Д.Д.* Симуляционное обучение в медицинском институте – неотъемлемая часть учебного процесса. *Общая реаниматология.* 2015; 11 (1): 64–71. <http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2015-1-64-71>
3. *Wissenberg M., Lippert F., Folke F., Weeke P., Hansen C.M., Christensen E.F., Jans H., Hansen P.A., Lang-Jensen T., Olesen J.B., Lindhardsen J., Fosbol E.L., Nielsen S.L., Gislason G.H., Kober L., Torp-Pedersen C.* Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA.* 2013; 310 (13): 1377–1384. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2013.278483>. PMID: 24084923
4. *Hasselqvist-Ax I., Riva G., Herlitz J., Rosenqvist M., Hollenberg J., Nordberg P., Ringh M., Jonsson M., Axelsson C., Lindqvist J., Karlsson T., Svensson L.* Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital

References

1. *Monsieurs K.G., Nolan J.P., Bossaert L.L., Greif R., Maconochie I.K., Nikolaou N.I., Perkins G.D., Soar J., Truhlár A., Wyllie J., Zideman D.A.; ERC Guidelines 2015 Writing Group.* European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 1. Executive summary. *Resuscitation.* 2015; 95: 1–80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.038>. PMID: 26477410
2. *Ligatyuk P.V., Perepelitsa S.A., Kuzovlev A.N., Ligatyuk D.D.* Simulyatsionnoe obuchenie v meditsinskom institute – neot'yemlemaya chast' uchebnogo protsessa. *Obshchaya Reanimatologiya.* [Simulation training at a medical institute: an integral part of the educational process. *General Reanimatology.*] 2015; 11 (1): 64–71. <http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2015-1-64-71>. [In Russ.]
3. *Wissenberg M., Lippert F., Folke F., Weeke P., Hansen C.M., Christensen E.F., Jans H., Hansen P.A., Lang-Jensen T., Olesen J.B., Lindhardsen J., Fosbol E.L., Nielsen S.L., Gislason G.H., Kober L., Torp-Pedersen C.* Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA.* 2013; 310 (13): 1377–1384. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2013.278483>. PMID: 24084923

- cardiac arrest. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372 (24): 2307–2315. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1405796>. PMID: 26061835
5. *Hupfl M., Selig H., Nagele P.* Chest-compression-only versus standard cardiopulmonary resuscitation: a meta-analysis. *Lancet.* 2010; 376 (9752): 1552–1557. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61454-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61454-7). PMID: 20951422
 6. *Blom M., Beesems S., Homma P., Zijlstra J., Hulleman M., van Hoeijen D., Bardai A., Tijssen J., Tan H., Koster R.* Improved survival after out-of-hospital cardiac arrest and use of automated external defibrillators. *Circulation.* 2014; 130 (21): 1868–1875. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.010905>. PMID: 25399395
 7. *Berdowski J., Blom M., Bardai A., Tan H., Tijssen J., Koster R.* Impact of on site or dispatched automated external defibrillator use on survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation.* 2011; 124 (20): 2225–2232. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.015545>. PMID: 22007075
 8. *Ringh M., Rosenqvist M., Hollenberg J., Jonsson M., Fredman D., Nordberg P., Järnbert-Pettersson H., Hasselqvist-Ax I., Riva G., Svensson L.* Mobile-phone dispatch of laypersons for CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372 (24): 2316–2325. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1406038>. PMID: 26061836
 9. *Cunningham L., Mattu A., O'Connor R., Brady W.* Cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest: the importance of uninterrupted chest compressions in cardiac arrest resuscitation. *Am. J. Emerg. Med.* 2012; 30 (8): 1630–1638. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2012.02.015>. PMID: 22633716
 10. *Мороз В.В. (ред.)* Рекомендации Европейского совета по реанимации по проведению реанимационных мероприятий. М.: Национальный совет по реанимации; 2016: 198.
 11. *Eftestøl T., Sunde K., Aase S., Husøy J., Steen P.A.* «Probability of successful defibrillation» as a monitor during CPR in out-of-hospital cardiac arrested patients. *Resuscitation.* 2001; 48 (3): 245–254. [http://dx.doi.org/10.1016/S0300-9572\(00\)00266-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0300-9572(00)00266-5). PMID: 11278090
 12. *Kolarova J., Ayoub I., Yi Z., Gazmuri R.* Optimal timing for electrical defibrillation after prolonged untreated ventricular fibrillation. *Crit. Care Med.* 2003; 31 (7): 2022–2028. <http://dx.doi.org/10.1097/01.CCM.0000070446.84095.F4>. PMID: 12847399
 13. *Cheskes S., Schmicker R., Verbeek P., Salcido D., Brown S., Brooks S., Menegazzi J., Vaillancourt C., Powell J., May S., Berg R., Sell R., Idris A., Kampp M., Schmidt T., Christenson J.; Resuscitation Outcomes Consortium (ROC) Investigators.* The impact of peri-shock pause on survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest during the Resuscitation Outcomes Consortium PRIMED trial. *Resuscitation.* 2014; 85 (3): 336–342. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.10.014>. PMID: 24513129
 14. *Cheskes S., Schmicker R., Christenson J., Salcido D., Rea T., Powell J., Edelson D., Sell R., May S., Menegazzi J., Van Ottingham L., Olsufka M., Pennington S., Simonini J., Berg R., Stiell I., Idris A., Bigham B., Morrison L.; Resuscitation Outcomes Consortium (ROC) Investigators.* Perishock pause: an independent predictor of survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest. *Circulation.* 2011; 124 (1): 58–66. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.010736>. PMID: 21690495
 15. *Vaillancourt C., Everson-Stewart S., Christenson J., Andrusiek D., Powell J., Nichol G., Cheskes S., Aufderheide T.P., Berg R., Stiell I.G.; Resuscitation Outcomes Consortium Investigators.* The impact of increased chest compression fraction on return of spontaneous circulation for out-of-hospital cardiac arrest patients not in ventricular fibrillation. *Resuscitation.* 2011; 82 (12): 1501–1507. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.07.011>. PMID: 21763252
 16. *Sell R., Sarno R., Lawrence B., Castillo E.M., Fisher R., Brainard C., Dunford J.V., Davis D.* Minimizing pre- and post-defibrillation pauses increases the likelihood of return of spontaneous circulation (ROSC). *Resuscitation.* 2010; 81 (7): 822–825. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2010.03.013>. PMID: 20398991
 17. *Christenson J., Andrusiek D., Everson-Stewart S., Kudenchuk P., Hostler D., Powell J., Callaway C.W., Bishop D., Vaillancourt C., Davis D., Aufderheide T.P., Idris A., Stouffer J.A., Stiell I., Berg R.; Resuscitation Outcomes Consortium Investigators.* Chest compression fraction determines survival in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *Circulation.* 2009; 120 (13): 1241–1247. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.852202>. PMID: 19752324
 18. *Vadeboncoeur T., Stolz U., Panchal A., Silver A., Venuti M., Tobin J., Smith G., Nunez M., Karamooz M., Spaite D., Bobrow B.* Chest compression depth and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation.* 2014; 85 (2): 182–188. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.10.002>. PMID: 24125742
 19. *Stiell I., Brown S., Christenson J., Cheskes S., Nichol G., Powell J., Bigham B., Morrison L., Larsen J., Hess E., Vaillancourt C., Davis D., Callaway C.W.; Resuscitation Outcomes Consortium (ROC) Investigators.* What is the role of chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation? *Crit. Care Med.* 2012; 40 (4): 1192–1198. <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0b013e31823bc8bb>. PMID: 22202708
 4. *Hasselqvist-Ax I., Riva G., Herlitz J., Rosenqvist M., Hollenberg J., Nordberg P., Ringh M., Jonsson M., Axelsson C., Lindqvist J., Karlsson T., Svensson L.* Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372 (24): 2307–2315. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1405796>. PMID: 26061835
 5. *Hupfl M., Selig H., Nagele P.* Chest-compression-only versus standard cardiopulmonary resuscitation: a meta-analysis. *Lancet.* 2010; 376 (9752): 1552–1557. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61454-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61454-7). PMID: 20951422
 6. *Blom M., Beesems S., Homma P., Zijlstra J., Hulleman M., van Hoeijen D., Bardai A., Tijssen J., Tan H., Koster R.* Improved survival after out-of-hospital cardiac arrest and use of automated external defibrillators. *Circulation.* 2014; 130 (21): 1868–1875. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.010905>. PMID: 25399395
 7. *Berdowski J., Blom M., Bardai A., Tan H., Tijssen J., Koster R.* Impact of on site or dispatched automated external defibrillator use on survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation.* 2011; 124 (20): 2225–2232. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.015545>. PMID: 22007075
 8. *Ringh M., Rosenqvist M., Hollenberg J., Jonsson M., Fredman D., Nordberg P., Järnbert-Pettersson H., Hasselqvist-Ax I., Riva G., Svensson L.* Mobile-phone dispatch of laypersons for CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372 (24): 2316–2325. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1406038>. PMID: 26061836
 9. *Cunningham L., Mattu A., O'Connor R., Brady W.* Cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest: the importance of uninterrupted chest compressions in cardiac arrest resuscitation. *Am. J. Emerg. Med.* 2012; 30 (8): 1630–1638. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2012.02.015>. PMID: 22633716
 10. *Moroz V.V. (ed.)* Rekomendatsii Evropeiskogo soveta po reanimatsii po provedeniyu reanimatsionnykh meropriyatii. [European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation]. Moscow: National Resuscitation Council; 2016: 198. [In Russ.]
 11. *Eftestøl T., Sunde K., Aase S., Husøy J., Steen P.A.* «Probability of successful defibrillation» as a monitor during CPR in out-of-hospital cardiac arrested patients. *Resuscitation.* 2001; 48 (3): 245–254. [http://dx.doi.org/10.1016/S0300-9572\(00\)00266-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0300-9572(00)00266-5). PMID: 11278090
 12. *Kolarova J., Ayoub I., Yi Z., Gazmuri R.* Optimal timing for electrical defibrillation after prolonged untreated ventricular fibrillation. *Crit. Care Med.* 2003; 31 (7): 2022–2028. <http://dx.doi.org/10.1097/01.CCM.0000070446.84095.F4>. PMID: 12847399
 13. *Cheskes S., Schmicker R., Verbeek P., Salcido D., Brown S., Brooks S., Menegazzi J., Vaillancourt C., Powell J., May S., Berg R., Sell R., Idris A., Kampp M., Schmidt T., Christenson J.; Resuscitation Outcomes Consortium (ROC) Investigators.* The impact of peri-shock pause on survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest during the Resuscitation Outcomes Consortium PRIMED trial. *Resuscitation.* 2014; 85 (3): 336–342. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.10.014>. PMID: 24513129
 14. *Cheskes S., Schmicker R., Christenson J., Salcido D., Rea T., Powell J., Edelson D., Sell R., May S., Menegazzi J., Van Ottingham L., Olsufka M., Pennington S., Simonini J., Berg R., Stiell I., Idris A., Bigham B., Morrison L.; Resuscitation Outcomes Consortium (ROC) Investigators.* Perishock pause: an independent predictor of survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest. *Circulation.* 2011; 124 (1): 58–66. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.010736>. PMID: 21690495
 15. *Vaillancourt C., Everson-Stewart S., Christenson J., Andrusiek D., Powell J., Nichol G., Cheskes S., Aufderheide T.P., Berg R., Stiell I.G.; Resuscitation Outcomes Consortium Investigators.* The impact of increased chest compression fraction on return of spontaneous circulation for out-of-hospital cardiac arrest patients not in ventricular fibrillation. *Resuscitation.* 2011; 82 (12): 1501–1507. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.07.011>. PMID: 21763252
 16. *Sell R., Sarno R., Lawrence B., Castillo E.M., Fisher R., Brainard C., Dunford J.V., Davis D.* Minimizing pre- and post-defibrillation pauses increases the likelihood of return of spontaneous circulation (ROSC). *Resuscitation.* 2010; 81 (7): 822–825. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2010.03.013>. PMID: 20398991
 17. *Christenson J., Andrusiek D., Everson-Stewart S., Kudenchuk P., Hostler D., Powell J., Callaway C.W., Bishop D., Vaillancourt C., Davis D., Aufderheide T.P., Idris A., Stouffer J.A., Stiell I., Berg R.; Resuscitation Outcomes Consortium Investigators.* Chest compression fraction determines survival in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *Circulation.* 2009; 120 (13): 1241–1247. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.852202>. PMID: 19752324
 18. *Vadeboncoeur T., Stolz U., Panchal A., Silver A., Venuti M., Tobin J., Smith G., Nunez M., Karamooz M., Spaite D., Bobrow B.* Chest compression depth and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation.* 2014; 85 (2): 182–188. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.10.002>. PMID: 24125742
 19. *Stiell I., Brown S., Christenson J., Cheskes S., Nichol G., Powell J., Bigham B., Morrison L., Larsen J., Hess E., Vaillancourt C., Davis D., Callaway C.W.; Resuscitation Outcomes Consortium (ROC) Investigators.* What is the role of chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation? *Crit. Care Med.* 2012; 40 (4): 1192–1198. <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0b013e31823bc8bb>. PMID: 22202708

Optimization of ICU

20. Idris A.H., Guffey D., Aufderheide T.P., Brown S., Morrison L.J., Nichols P., Powell J., Daya M., Bigham B.L., Atkins D.L., Berg R., Davis D., Stiell I., Sopko G., Nichol G.; Resuscitation Outcomes Consortium (ROC) Investigators. Relationship between chest compression rates and outcomes from cardiac arrest. *Circulation*. 2012; 125 (24): 3004–3012. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.059535>. PMID: 22623717
21. Aufderheide T., Pirralo R., Yannopoulos D., Klein J.P., von Briesen C., Sparks C.W., Deja K.A., Kitscha D.J., Provo T.A., Lurie K.G. Incomplete chest wall decompression: a clinical evaluation of CPR performance by trained laypersons and an assessment of alternative manual chest compression-decompression techniques. *Resuscitation*. 2006; 71 (3): 341–351. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2006.03.021>. PMID: 17070644
22. Kovacs A., Vadeboncoeur T., Stolz U., Spaite D., Irisawa T., Silver A., Bobrow B.J. Chest compression release velocity: association with survival and favorable neurologic outcome after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2015; 92: 107–114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.04.026>. PMID: 25936931
23. Aufderheide T., Sigurdsson G., Pirralo R., Yannopoulos D., McKnite S., von Briesen C., Sparks C., Conrad C.J., Provo T.A., Lurie K.G. Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 2004; 109 (16): 1960–1965. <http://dx.doi.org/10.1161/01.CIR.0000126594.79136.61>. PMID: 15066941
24. Cheng A., Overy F., Kessler D., Nadkarni V., Lin Y., Doan Q., Duff J., Tofil N., Bhanji F., Adler M., Charnovich A., Hunt E., Brown L.; International Network for Simulation-based Pediatric Innovation, Research, Education (INSPIRE) CPR Investigators. Perception of CPR quality: Influence of CPR feedback, Just-in-Time CPR training and provider role. *Resuscitation*. 2015; 87: 44–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.11.015>. PMID: 25433294
25. Kramer-Johansen J., Myklebust H., Wik L., Fellows B., Svensson L., Sørebo H., Steen P.A. Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study. *Resuscitation*. 2006; 71 (3): 283–292. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2006.05.011>. PMID: 17070980
26. Bobrow B., Vadeboncoeur T., Stolz U., Silver A., Tobin J., Crawford S., Mason T., Schirmer J., Smith G.A., Spaite D. The influence of scenario-based training and real-time audiovisual feedback on out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation quality and survival from out-of-hospital cardiac arrest. *Ann. Emerg. Med.* 2013; 62 (1): 47–56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2012.12.020>. PMID: 23465553
27. Wolfe H., Zebuhr C., Topjian A., Nishisaki A., Niles D.E., Meaney P.A., Boyle L., Giordano R.T., Davis D., Priestley M., Apkon M., Berg R.A., Nadkarni V.M., Sutton R.M. Interdisciplinary ICU cardiac arrest debriefing improves survival outcome. *Crit. Care Med.* 2014; 42 (7): 1688–1695. <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000000327>. PMID: 24717462
- C.W.; Resuscitation Outcomes Consortium (ROC) Investigators. What is the role of chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation? *Crit. Care Med.* 2012; 40 (4): 1192–1198. <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0b013e31823bc8bb>. PMID: 22202708
20. Idris A.H., Guffey D., Aufderheide T.P., Brown S., Morrison L.J., Nichols P., Powell J., Daya M., Bigham B.L., Atkins D.L., Berg R., Davis D., Stiell I., Sopko G., Nichol G.; Resuscitation Outcomes Consortium (ROC) Investigators. Relationship between chest compression rates and outcomes from cardiac arrest. *Circulation*. 2012; 125 (24): 3004–3012. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.059535>. PMID: 22623717
21. Aufderheide T., Pirralo R., Yannopoulos D., Klein J.P., von Briesen C., Sparks C.W., Deja K.A., Kitscha D.J., Provo T.A., Lurie K.G. Incomplete chest wall decompression: a clinical evaluation of CPR performance by trained laypersons and an assessment of alternative manual chest compression-decompression techniques. *Resuscitation*. 2006; 71 (3): 341–351. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2006.03.021>. PMID: 17070644
22. Kovacs A., Vadeboncoeur T., Stolz U., Spaite D., Irisawa T., Silver A., Bobrow B.J. Chest compression release velocity: association with survival and favorable neurologic outcome after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2015; 92: 107–114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.04.026>. PMID: 25936931
23. Aufderheide T., Sigurdsson G., Pirralo R., Yannopoulos D., McKnite S., von Briesen C., Sparks C., Conrad C.J., Provo T.A., Lurie K.G. Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 2004; 109 (16): 1960–1965. <http://dx.doi.org/10.1161/01.CIR.0000126594.79136.61>. PMID: 15066941
24. Cheng A., Overy F., Kessler D., Nadkarni V., Lin Y., Doan Q., Duff J., Tofil N., Bhanji F., Adler M., Charnovich A., Hunt E., Brown L.; International Network for Simulation-based Pediatric Innovation, Research, Education (INSPIRE) CPR Investigators. Perception of CPR quality: Influence of CPR feedback, Just-in-Time CPR training and provider role. *Resuscitation*. 2015; 87: 44–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.11.015>. PMID: 25433294
25. Kramer-Johansen J., Myklebust H., Wik L., Fellows B., Svensson L., Sørebo H., Steen P.A. Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study. *Resuscitation*. 2006; 71 (3): 283–292. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2006.05.011>. PMID: 17070980
26. Bobrow B., Vadeboncoeur T., Stolz U., Silver A., Tobin J., Crawford S., Mason T., Schirmer J., Smith G.A., Spaite D. The influence of scenario-based training and real-time audiovisual feedback on out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation quality and survival from out-of-hospital cardiac arrest. *Ann. Emerg. Med.* 2013; 62 (1): 47–56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2012.12.020>. PMID: 23465553
27. Wolfe H., Zebuhr C., Topjian A., Nishisaki A., Niles D.E., Meaney P.A., Boyle L., Giordano R.T., Davis D., Priestley M., Apkon M., Berg R.A., Nadkarni V.M., Sutton R.M. Interdisciplinary ICU cardiac arrest debriefing improves survival outcome. *Crit. Care Med.* 2014; 42 (7): 1688–1695. <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000000327>. PMID: 24717462

Поступила 08.10.16

Received 08.10.16

Диссертации на соискание ученой степени доктора наук без опубликования основных научных результатов в ведущих журналах и изданиях, перечень которых утвержден Высшей аттестационной комиссией, будут отклонены в связи с нарушением п. 10 Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Перечень журналов ВАК, издаваемых в Российской Федерации по специальности 14.01.20 «Анестезиология и реаниматология», в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата медицинских наук:

- Анестезиология и реаниматология;
- Общая реаниматология.