

Magdalena Joanna Borkowska

**Ocena wpływu pandemii COVID-19 na przeżywalność  
pacjentów z zatrzymaniem krążenia**

Assessment of the effect of the COVID-19 pandemic on outcomes  
of patients with cardiac arrest

Rozprawa doktorska na stopień doktora  
w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu  
w dyscyplinie nauki o zdrowiu  
przedkładana Radzie Dyscypliny Nauk o Zdrowiu  
Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

Promotor: Dr hab. n. med. Łukasz Szarpak

Warszawa, 2022

**Słowa kluczowe:** zatrzymanie krążenia; powrót spontanicznego krążenia; przeżywalność; COVID-19; koronawirus SARS-CoV-2; analiza retrospektywna; meta-analiza

**Keywords:** cardiac arrest; return of spontaneous circulation; survivability; COVID-19; SARS-CoV-2 coronavirus; retrospective analysis; meta-analysis

*Pracę dedykuje  
Mamie i Córkom*



**Wykaz publikacji stanowiących pracę doktorską:**

**I. Borkowska MJ**, Smereka J, Safiejko K, Nadolny K, Maslanka M, Filipiak KJ, Jaguszewski MJ, Szarpak L. Out-of-hospital cardiac arrest treated by emergency medical service teams during COVID-19 pandemic: A retrospective cohort study. *Cardiol J.* 2021;28(1):15-22. doi: 10.5603/CJ.a2020.0135.

**(Punktacja MNiSW: 100; Impact Factor: 2,737)**

**II. Borkowska MJ**, Jaguszewski MJ, Koda M, Gasecka A, Szarpak A, Gilis-Malinowska N, Safiejko J, Szarpak L, Filipiak KJ, Smereka J. Impact of Coronavirus Disease 2019 on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Rate: A Systematic Review with Meta-Analysis. *J. Clin. Med.* 2021, 10, 1209. Doi: 10.3390/jcm10061209.

**(Punktacja MNiSW: 140; Impact Factor: 4,242)**

**III. Szarpak L, Borkowska M**, Peacock FW, Rafique Z, Gasecka A, Smereka J, Pytkowska K, Jachowicz M, Iskrzycki L, Gilis-Malinowska N, Jaguszewski MJ. Characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest in COVID-19. A systematic review and meta-analysis. *Cardiol J.* 2021;28(4):503-508. doi: 10.5603/CJ.a2021.0043.

**(Punktacja MNiSW: 100; Impact Factor: 2,737)**



## SPIS TREŚCI

<b>WYKAZ STOSOWANYCH SKRÓTÓW .....</b>	<b>6</b>
<b>STRESZCZENIE W JĘZYKU POLSKIM.....</b>	<b>7</b>
<b>STRESZCZENIE W JĘZYKU ANGIELSKIM .....</b>	<b>12</b>
<b>1. WSTĘP.....</b>	<b>17</b>
1.1.    Rozwój resuscytacji krążeniowo oddechowej .....	19
1.2.    Elementy wysokiej jakości resuscytacji krążeniowo – oddechowej .....	21
1.3.    Resuscytacja krążeniowo – oddechowa w świetle wytycznych resuscytacji .....	23
1.4.    Wytyczne resuscytacji krążeniowo – oddechowej a koronawirus SARS-CoV-2 .....	26
<b>2.    CEL PRACY .....</b>	<b>28</b>
<b>3.    KOPIE OBUPLIKOWANYCH PRAC.....</b>	<b>29</b>
<b>4.    PODSUMOWANIE .....</b>	<b>64</b>
<b>5.    WNIOSKI .....</b>	<b>70</b>
<b>6.    OŚWIADCZENIA AUTORÓW PUBLIKACJI.....</b>	<b>71</b>
<b>7.    SPIS RYCIN.....</b>	<b>98</b>
<b>8.    PIŚMIENNICTWO .....</b>	<b>99</b>

## WYKAZ STOSOWANYCH SKRÓTÓW

<b>AED</b>	Zautomatyzowany defibrylator zewnętrzny (ang. Automated external defibrillator)
<b>AHA</b>	Amerykańskie Towarzystwo Kardiologiczne (ang. American Heart Association)
<b>ALS</b>	Zaawansowane zabiegi resuscytacyjne (ang. Advanced life support)
<b>BLS</b>	Podstawowe zabiegi resuscytacyjne (ang. Basic life support)
<b>EBM</b>	Medycyna oparta na dowodach naukowych (ang. Evidence Based Medicine)
<b>ERC</b>	Europejska Rada Resuscytacji (ang. European Resuscitation Council)
<b>IHCA</b>	Wewnątrzszpitalne zatrzymanie krążenia (ang. In-hospital cardiac arrest)
<b>ILCOR</b>	Międzynarodowy Komitet Łącznikowy ds. Resuscytacji (ang. International Liaison Committee for Resuscitation)
<b>NZK</b>	Nagłe zatrzymanie krążenia
<b>OHCA</b>	Pozaszpitalne zatrzymanie krążenia (ang. Out-of-hospital cardiac arrest)
<b>PEA</b>	Czynność elektryczna bez tętna (ang. Pulseless electrical activity)
<b>RKO</b>	Resuscytacja krążeniowo - oddechowa
<b>ROSC</b>	Powrót spontanicznego krążenia (ang. Return of spontaneous circulation)



## STRESZCZENIE W JĘZYKU POLSKIM

### OCENA WPŁYWU PANDEMII COVID-19 NA PRZEŻYWALNOŚĆ PACJENTÓW Z ZATRZYMANIEM KRĄŻENIA

#### **Wstęp**

Nagłe zatrzymanie krążenia pomimo rozwoju medycyny stanowi nadal wyzwanie dla personelu medycznego, zwłaszcza w aspekcie działań zespołów wyjazdowych ratownictwa medycznego z uwagi na ograniczoną dostępność personelu medycznego. Na przeżywalność pacjentów z nagłym zatrzymaniem krążenia wpływa wiele czynników, w tym związanych ze schorzeniami współistniejącymi pacjenta, okolicznościami wystąpienia NZK oraz jego stwierdzenia a także umiejętność podjęcia i prowadzenia resuscytacji przez przygodnych świadków zdarzenia, czas dotarcia personelu medycznego, czas do wdrożenia elektroterapii oraz zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych czy też jakość opieki poresuscytacyjnej w przypadku pacjentów, u których doszło do powrotu spontanicznego krążenia. Dobra organizacja pomocy w przypadku nagłego pozaszpitalnego zatrzymania krążenia oparta jest na szkoleniach potencjalnych świadków zdarzenia, przygotowania społeczności lokalnej na taki incydent, jakości podejmowanych działań zarówno przez świadków zdarzenia, dyspozytorów a także zespoły ratownictwa medycznego oraz oparcie się na oddziałach intensywnej terapii, które w wielu krajach stanowią centra opieki nad pacjentami po nagłym zatrzymaniu krążenia. Opieka poresuscytacyjna jest istotnym elementem continuum opieki i powinna być oparta na szerokim spektrum możliwości diagnostycznych i terapeutycznych, jednak podstawowe znaczenie ma jakość działań podejmowanych w ciągu pierwszych minut od wystąpienia incydentu NZK.

Od grudnia 2019 roku świat stanął w obliczu olbrzymiego wyzwania zarówno medycznego, organizacyjnego, społecznego jak i ekonomicznego, jakim jest pandemia koronawirusa SARS-CoV-2 wywołującego chorobę COVID-19. Koronawirus SARS-CoV-2 wywołuje u części pacjentów ostrą niewydolność oddechową, może też wywołać uszkodzenie mięśnia sercowego lub sprzyjać powikłaniom zakrzepowo-zatorowym co może prowadzić do wystąpienia zatrzymania krążenia. Ponadto zakażenie SARS-CoV-2 przenoszone jest w głównej mierze drogą kropelkową, co wymaga od personelu

medycznego stosowania środków barierowych, które mogą utrudniać wykonywanie poszczególnych procedur medycznych, a tym samym w przypadku pacjentów z zatrzymaniem krążenia zmniejszać szanse na ich przeżycie. Prowadzenie resuscytacji krążeniowo-oddechowej jest wymagające zarówno pod względem prawidłowości podejmowanych procedur ratunkowych jak i jakości ich wykonywania. Konieczność stosowania środków ochronnych może w różnorodny sposób wpływać na jakość i skuteczność podejmowanych czynności resuscytacyjnych, w tym przede wszystkim ze względu na czas dotarcia do pacjenta, parametry związane z jakością i czasem zabezpieczenia dróg oddechowych oraz jakości uciskania klatki piersiowej. Wpływ pandemii na przeżywalność chorych na NZK wynika z wielu aspektów, w tym możliwego pogorszenia opieki nad pacjentami starszymi, problemów z izolacją społeczną, czasem reakcji świadków zdarzenia, obawami świadków zdarzenia o własne bezpieczeństwo, czasu dotarcia zespołów ratownictwa medycznego, które nadmiernie obciążone są w szczytowych momentach fal pandemii pracą i nadmiarem zgłoszeń, kwestią wpływu środków zabezpieczających na jakość udzielanych świadczeń oraz kwestie organizacyjne związane z dostępnością miejsc na oddziałach intensywnej terapii. Wszystkie te czynniki mogą potencjalnie wpływać na obniżenie przeżywalności chorych.

### **Cel pracy**

Wspólnym celem serii badań wchodzących w skład monotematycznego cyklu publikacji stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej jest ocena wpływu pandemii COVID-19 na przeżywalność pacjentów z zatrzymaniem krążenia zarówno w warunkach przedszpitalnych jak i wewnątrzszpitalnych.

### **Materiał i metody**

W skład cyklu publikacji będących podstawą rozprawy doktorskiej weszły trzy publikacje, których łączna punktacja Ministerstwa Edukacji i Nauki wyniosła 340 punktów, zaś łączna punktacja Impact Factor wynosiła 9,716 punktu.

Badanie pierwsze zostało zaprojektowane i przeprowadzone jako retrospektywna analiza wyjazdowości zespołów ratownictwa medycznego z obszaru województwa mazowieckiego do pacjentów z zatrzymaniem krążenia. Analizie poddano

okres początku pandemii COVID-19 od 1 marca do 30 kwietnia 2020 r. Podczas badanego okresu stwierdzono 527 przypadków interwencji zespołów ratownictwa medycznego wobec pacjentów z pozaszpitalnym zatrzymaniem krążenia.

Drugie badanie zostało zaprojektowane jako meta-analiza i dotyczyło oceny wpływu pandemii COVID-19 na przeżywalność pacjentów z pozaszpitalnym zatrzymaniem krążenia. W celu doboru badań zakwalifikowanych do meta-analizy wykonano przegląd elektronicznych baz piśmienniczych (MEDLINE, EMBASE, Web of Science, Scopus oraz COCHRANE). Ostatnie przeszukanie baz danych miało miejsce 19 lutego 2021 r. Na podstawie zestawienia słów kluczowych przeszukiwanie baz danych wykazało 242 potencjalnie istotne publikacje. Ostatecznie jednak do meta-analizy włączono pięć badań raportujących dane z 4210 przypadków resuscytacji krążeniowo – oddechowej w warunkach przedszpitalnych. Przeżywalność do wypisu ze szpitala stanowiła podstawowy punkt końcowy. Dodatkowo analizie poddano także takie parametry jak: wdrożenie zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych, powrót spontanicznego krążenia na etapie przedszpitalnym, przeżywalność przy przyjęciu do szpitala oraz wypis ze szpitala w dobrym stanie neurologicznym (ocenionym na podstawie skali CPC na 1-2).

Trzecie badanie również zostało zaprojektowane jako meta-analiza, jednakże dotyczyło oceny wpływu pandemii COVID-19 na przeżywalność pacjentów z wewnątrzszpitalnym zatrzymaniem krążenia (IHCA). Badanie podobnie jak badanie drugie zostało przeprowadzone w oparciu o metodologię PRISMA. W oparciu o zdefiniowane słowa kluczowe dokonano przeszukania elektronicznych baz danych, w tym Mediline, Embase, CENTRAL, Web of Science czy też bazy Scopus. Ostatnie przeszukanie powyższych baz danych miało miejsce 2 lutego 2021 r. Na podstawie przeszukania do meta-analizy włączono cztery badania. Głównym punktem końcowym badania była 30-dniowa przeżywalność ze szpitala. Dodatkowo ocenie poddano częstość powrotu spontanicznego krążenia, całkowitą śmiertelność, jak również przeżywalność do wypisu ze szpitala w dobrym stanie neurologicznym.

## **Wyniki**

W badaniu pierwszym dokonano analizy wyjazdowości zespołów ratownictwa medycznego do pacjentów z zatrzymaniem krążenia podczas trwania pierwszych

miesiący pandemii COVID-19. W badanym okresie częstość występowania OHCA wynosiła 12,2 na 100 000 mieszkańców województwa mazowieckiego. Spośród 527 interwencji do zatrzymania krążenia jedynie w 56,5% podjęto resuscytację krążeniowo – oddechową. Analiza wykazała, iż mediana dojazdu zespołu ratownictwa medycznego była średnio o 2 minuty dłuższa w przypadkach pacjentów, u których nie podejmowano prób resuscytacji w porównaniu z grupą pacjentów, u których resuscytacja była podjęta (odpowiednio 12 i 10 minut;  $p=0,026$ ). Grupy pacjentów, u których podjęto resuscytację w porównaniu z pacjentami, u których resuscytacja nie została zainicjowana różniły się pod względem wieku (odpowiednio:  $65.4 \pm 17.2$ ) i  $70.8 \pm 14.4$  lat;  $p=0,001$ ). Powrót spontanicznego krążenia w warunkach przedszpitalnych obserwowany był zaledwie u 9,4% pacjentów, przy czym 27,2% pacjentów zostało przyjętych do szpitalnego oddziału ratunkowego w trakcie trwającej akcji reanimacyjnej. Z kolei w pozostałych 63,4% przypadków reanimacja była nieefektywna i stwierdzono zgon pacjenta.

W drugim badaniu mającym na celu ocenę wpływu COVID-19 na przeżywalność pacjentów z zatrzymaniem krążenia poza szpitalem przeżywalność do wypisu ze szpitala wynosiła 0,5% w przypadku pacjentów z podejrzeniem lub potwierdzeniem COVID-19 i była istotnie statystycznie niższa aniżeli w grupie pacjentów, u których nie stwierdzono COVID-19 (2,6%;  $p<0,001$ ). Z kolei przeżywalność do wypisu ze szpitala z dobrym stanem neurologicznym wynosiła odpowiednio 0,0% vs. 3,1% ( $p=0,07$ ). Powrót spontanicznego krążenia obserwowany był w przypadku 13,3% pacjentów z COVID-19 oraz 26,5% przypadków pacjentów bez COVID-19 ( $p<0,001$ ). Dodatkowo grupy pacjentów z oraz bez COVID-19 podlegały nieznacznym różnicom w aspekcie następujących parametrów: resuscytacja podjęta przez świadka zdarzenia (51,4% i 49,1%;  $p=0,43$ ), wdrożenie zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych (49,7% i 55,8%;  $p=0,29$ ), obecność rytmu do defibrylacji podczas oceny pacjenta 5,7% i 37,4% ( $p=0,04$ ), czy też zastosowanie mechanicznych systemów kompresji klatki piersiowej (odpowiednio 6,7% i 25,5%;  $p=0,54$ ).

Trzecie badanie dotyczyło się natomiast wpływu pandemii COVID-19 na przeżywalność wewnątrzszpitalnego zatrzymania krążenia. W niniejszym powrót spontanicznego krążenia w okresie przed pandemią w porównaniu z okresem pandemicznym wynosił odpowiednio 51,9% i 48,7% ( $p=0,33$ ). Z kolei przeżywalność do wypisu ze szpitala wynosiła 35,6% i 32,1% ( $p=0,16$ ), zaś przeżywalność w dobrym stanie

neurologicznym była istotnie statystycznie wyższa w okresie poprzedzającym pandemię COVID-19 (27,3%) aniżeli w okresie pandemii COVID-19 (9,1%;  $p=0,02$ ). Dodatkowo analizie poddano przeżywalność pacjentów w okresie trwania pandemii. Porównując grupy pacjentów z rozpoznaniem COVID-19 w porównaniu z pacjentami, u których nie stwierdzono COVID-19 wykazano istotne różnice w zakresie powrotu spontanicznego krążenia (30,5% i 52,6%;  $p=0,001$ ) oraz przeżywalności do wypisu ze szpitala (25,0% i 41,8%;  $p=0,01$ ).

## **Wnioski**

Przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- Wydłużenie czasu dojazdu zespołu ratownictwa medycznego w dobie pandemii zmniejsza szanse na przeżycie pacjenta
- W początkowym okresie pandemii COVID-19 śmiertelność w wyniku zatrzymania krążenia poza szpitalem w populacji mieszkańców Mazowsza pomimo iż jest wysoka nie różni się od wyników uzyskiwanych w innych badaniach.
- Pandemia COVID-19 w porównaniu z okresem poprzedzającym pandemię nie wpłynęła na zmniejszenie częstotliwości podejmowania resuscytacji krążeniowo – oddechowej przez świadków zdarzenia.
- Współwystępowanie COVID-19 u pacjentów z zatrzymaniem krążenia zarówno w warunkach przedszpitalnych jak i wewnątrzszpitalnych wpływa na redukcję częstotliwości występowania rytmów do defibrylacji jak również zmniejsza szanse na przeżycie do wypisu ze szpitala.

## STRESZCZENIE W JĘZYKU ANGIELSKIM

### ASSESSMENT OF THE EFFECT OF THE COVID-19 PANDEMIC ON OUTCOMES OF PATIENTS WITH CARDIAC ARREST

#### Introduction

Sudden cardiac arrest, despite the development of medicine, is still a challenge for medical personnel, especially in terms of the activities of emergency medical teams, because of the limited availability of medical personnel. The survival of patients with sudden cardiac arrest is influenced by many factors, including those related to the patient's comorbidities, the circumstances of the occurrence of SCA and its finding, as well as the ability to undertake and conduct resuscitation by casual witnesses of the event, time of arrival of medical personnel, time to implement electrotherapy and advanced resuscitation procedures or the quality of post-resuscitation care for patients who have returned to spontaneous circulation. Good organization of assistance in the event of sudden non-hospital cardiac arrest is based on training potential witnesses of the incident, preparing the local community for such an incident, the quality of actions taken by both witnesses, dispatchers and emergency medical teams, and reliance on intensive care units, which in many countries are centers of care for patients after cardiac arrest. Post-resuscitation care is an important element of the continuum of care and should be based on a wide range of diagnostic and therapeutic options, however, the quality of activities undertaken in the first minutes after the occurrence of a SCA event is of primary importance.

Since December 2019, the world has faced a huge medical, organizational, social and economic challenge, namely the SARS-CoV-2 coronavirus pandemic that causes the COVID-19 disease. The SARS-CoV-2 coronavirus causes acute respiratory failure in some patients, may also cause damage to the heart muscle or promote thromboembolic complications, which may lead to cardiac arrest. In addition, SARS-CoV-2 infection is transmitted mainly by droplets, which require medical personnel to use barrier agents that may impede the performance of specific medical procedures, and thus reduce the chances of their survival in patients with cardiac arrest. Conducting cardiopulmonary resuscitation is demanding both in terms of the correctness of the rescue procedures

undertaken and the quality of their performance. The necessity to use protective measures may influence the quality and effectiveness of resuscitation activities in various ways, including, first of all, the time to reach the patient, parameters related to the quality and time of airway protection, and the quality of chest compressions. The impact of the pandemic on the survival of patients with SCA results from many aspects, including the possible deterioration of care for elderly patients, problems with social isolation, the reaction time of the witnesses of the incident, the fears of the witnesses of the incident for their own safety, the moments of the pandemic waves, work and the excess of reports, the impact of security measures on the quality of services provided and organizational issues related to the availability of places in intensive care units. All these factors might reduce the survival rate of patients.

### **Aim**

The common goal of the series of studies included in the monothematic series of publications that form the basis of the doctoral dissertation is to assess the impact of the COVID-19 pandemic on the survival outcomes of patients in cardiac arrest in both pre-hospital and in-hospital settings.

### **Material and methods**

The series of publications constituting the basis of the doctoral dissertation included three publications whose total score of the Ministry of Education and Science was 340 points, and the total Impact Factor score was 9.716 points. The first study was designed and conducted as a retrospective analysis of the mobility of emergency medical teams from the Masovia region to patients with cardiac arrest. The period of the onset of the COVID-19 pandemic from March 1 to April 30, 2020, was analyzed. During the period under study, 527 cases of emergency medical teams intervened in patients with out-of-hospital cardiac arrest.

The first study was designed and conducted as a retrospective analysis of the mobility of emergency medical teams from the Masovia region to patients with cardiac arrest. The period of the onset of the COVID-19 pandemic from March 1 to April 30, 2020 was analyzed. During the period under study, 527 cases of emergency medical teams intervened in patients with out-of-hospital cardiac arrest.

The second study was designed as a meta-analysis to assess the impact of the COVID-19 pandemic on the survival of patients in community cardiac arrest. In order to select studies qualified for meta-analysis, a review of electronic writing databases (MEDLINE, EMBASE, Web of Science, Scopus and COCHRANE) was performed. The last database search was carried out on February 19, 2021. Based on a keyword list, a database search identified 242 potentially relevant publications. Ultimately, however, five studies reporting data from 4,210 out-of-hospital CPR cases were included in the meta-analysis. Survival to hospital discharge was the primary endpoint. In addition, the following parameters were also analyzed: implementation of advanced resuscitation procedures, return of spontaneous circulation at the pre-hospital stage, survival on admission to hospital and discharge from hospital in good neurological condition (assessed on the basis of the CPC scale at 1-2).

The third study was also designed as a meta-analysis, however, it looked at the impact of the COVID-19 pandemic on the survival of patients with in-hospital cardiac arrest (IHCA). The study, like the second study, was conducted based on the PRISMA methodology. Based on the defined keywords, electronic databases were searched, including Mediline, Embase, CENTRAL, Web of Science or Scopus databases. The last search of the above databases was made on February 2, 2021. Based on the search, four studies were included in the meta-analysis. The primary endpoint of the study was 30-day hospital survival. Additionally, the frequency of spontaneous circulation return, total mortality as well as survival to hospital discharge in good neurological condition were assessed.

## **Results**

The first study analyzed the departure of emergency medical teams to patients in cardiac arrest during the first months of the COVID-19 pandemic. In the analyzed period, the frequency of OHCA was 12.2 per 100,000 inhabitants of the Masovia voivodeship. Out of 527 interventions until cardiac arrest, only 56.5% underwent CPR. The analysis showed that the median arrival of the EMS team was on average 2 minutes longer in the non-resuscitation group compared to the resuscitation group (12 and 10 minutes, respectively;  $p = 0.026$ ). The groups of patients who underwent CPR versus those who did not initiate CPR differed in age ( $65.4 \pm 17.2$ , respectively) and  $70.8 \pm 14.4$  years;  $p =$



0.001). The return of spontaneous circulation in pre-hospital conditions was observed in only 9.4% of patients, with 27.2% of patients admitted to the hospital emergency department during the ongoing resuscitation operation. On the other hand, in the remaining 63.4% of cases, resuscitation was ineffective, and the patient died.

In the second study to assess the impact of COVID-19 on the survival of patients with cardiac arrest outside the hospital, the survival to hospital discharge was 0.5% in patients with suspected or confirmed COVID-19 and was statistically significantly lower than in the group of patients, who were not diagnosed with COVID-19 (2.6%;  $p < 0.001$ ). In turn, the survival to discharge from hospital with good neurological status was 0.0% vs. 3.1% ( $p = 0.07$ ). The return of spontaneous circulation was observed in 13.3% of COVID-19 patients and 26.5% of patients without COVID-19 ( $p < 0.001$ ). In addition, the groups of patients with and without COVID-19 showed slight differences in terms of the following parameters: resuscitation undertaken by an incident witness (51.4% and 49.1%;  $p = 0.43$ ), implementation of advanced life support procedures (49.7% and 55.8%;  $p = 0.29$ ), presence of shockable rhythm during patient assessment 5.7% and 37.4% ( $p = 0.04$ ), or use of mechanical chest compression systems (6.7% respectively) and 25.5%;  $p = 0.54$ ).

The third study looked at the impact of the COVID-19 pandemic on the survival of in-hospital cardiac arrest. In the present period, the recovery of spontaneous circulation in the pre-pandemic period compared to the pandemic period was 51.9% and 48.7%, respectively ( $p = 0.33$ ). In turn, the survival to hospital discharge was 35.6% and 32.1% ( $p = 0.16$ ), while the survival in good neurological condition was statistically significantly higher in the period preceding the COVID-19 pandemic (27.3%) than in during the COVID-19 pandemic (9.1%;  $p = 0.02$ ). Additionally, the patient survival rate during the pandemic was analyzed. Comparing the groups of patients diagnosed with COVID-19 compared with patients without COVID-19, significant differences were shown in terms of return to spontaneous circulation (30.5% and 52.6%;  $p = 0.001$ ) and survival to hospital discharge (25.0% and 41.8%;  $p = 0.01$ ).

## **Conclusions**

The conducted research allows for the formulation of the following conclusions:

- Extending the travel time of an emergency medical team during a pandemic reduces the patient's chances of survival;
- In the initial period of the COVID-19 pandemic, mortality as a result of cardiac arrest outside the hospital in the population of Mazovia residents, although it is high, does not differ from the results obtained in other studies;
- The COVID-19 pandemic, compared to the pre-pandemic period, did not reduce the frequency of cardiopulmonary resuscitation by the witnesses of the event;
- Co-occurrence of COVID-19 in patients with cardiac arrest in both pre-hospital and in-hospital settings reduces the frequency of shockable rhythms and reduces the chances of survival until hospital discharge.

## 1. WSTĘP

Nagłe zatrzymanie krążenia (NZK) jest nieoczekiwanym zatrzymaniem czynności mechanicznej serca powodującym zatrzymanie krążenia krwi. Jego brak skutkuje niedotlenieniem organów, w tym najważniejszego – mózgu. Brak podjęcia czynności resuscytacyjnych w krótkim czasie prowadzi do śmierci pacjenta, ze względu na nieodwracalne zmiany w ośrodkowym układzie nerwowym [1]. Podejmowane czynności resuscytacyjne są dobrze zdefiniowane przez wytyczne resuscytacji krążeniowo – oddechowej opracowywane w okresach pięcioletnich przez takie towarzystwa naukowe jak Europejska Rada Resuscytacji (ERC, European Resuscitation Council) czy też Amerykańskie Towarzystwo Kardiologiczne (AHA, American Heart Association) [2,3]. Wspomniane wytyczne opracowywane w oparciu o zasady „Medycyny opartej na dowodach naukowych” (EBM, Evidence Based Medicine).

Pacjent z nagłym zatrzymaniem krążenia pomimo rozwoju medycyny nadal stanowi wyzwanie dla personelu medycznego zarówno w aspekcie działań przedszpitalnych jak i wewnątrzszpitalnych. W Europie rocznie dochodzi do 67-170 przypadków NZK na 100 tysięcy mieszkańców, co daje 500 tysięcy – 1,2 mln przypadków w całej Europie (ERC 2021) i jest jedną z głównych przyczyn zgonów w Europie (350-700 tysięcy w ciągu roku; ERC 2015) [4-6].

Niestety w Polsce brak jest rejestru populacyjnego monitorującego występowanie NZK. Brakuje również istotnych danych dotyczących epidemiologii, przeżywalności pacjentów oraz miejsca wystąpienia NZK. Badania przeprowadzone w 2016 roku w Katowicach pokazały istotny wynik blisko 60 przypadków NZK na 100 tysięcy mieszkańców [7].

Do zdecydowanej większości NZK dochodzi poza szpitalem, z czego 70% ma miejsce w domu.

Przyczyny zatrzymania krążenia możemy podzielić na odwracalne i nieodwracalne. Do najczęściej wskazywanych odwracalnych przyczyn zatrzymania krążenia należą:

- Zawał mięśnia sercowego spowodowany chorobą wieńcową;
- Hipoksja;
- Zatorowość płucna;
- Zaburzenia elektrolitowe;

- Zaburzenia termoregulacji (hipotermia lub hipertermia);
- Zatrucia;
- Tamponada worka osierdziowego;
- Urazy (w tym odma prężna);
- Hipowolemia [8,9].

Z kolei w przypadku, gdy rozpatrujemy nieodwracalne przyczyny zatrzymania krążenia, literatura naukowa wskazuje na rozsiały proces nowotworowy, powodujący niewydolność układu krążenia i układu oddechowego, doprowadzający do śmierci pacjenta; śmierć pacjenta w wyniku starości; śmierć pacjenta w wyniku masywnych obrażeń, poniesionych wskutek wysokoenergetycznego urazu; zbyt późne wdrożenie pomocy w sytuacjach potencjalnie odwracalnych [10-12].

W Europie pozaszpitalne zatrzymanie krążenia (OHCA, ang. Out-of-hospital cardiac arrest) ma częstość występowania 350 000 do 700 000 (średnio 500 000) zdarzeń rocznie, co daje średnio 55 do 113 zdarzeń na 100 000 mieszkańców [13]. Całkowity wskaźnik przeżycia w OHCA wynosi zaledwie od 2% do 11% i charakteryzuje się zróżnicowaniem regionalnym [14]. W najlepszym przypadku w przypadku nagłego zatrzymania krążenia (NZK) świadka z początkowym rytmem do defibrylacji, po którym następuje wczesna defibrylacja i skuteczna resuscytacja krążeniowo-oddechowa (RKO), można osiągnąć powrót spontanicznego krążenia (ROSC) nawet w 30% lub 40% przypadków [15,16]. Ponadto zastosowanie automatycznego defibrylatora zewnętrznego (AED) ma wyraźny pozytywny wpływ na częstość ROSC, szczególnie jeśli jest on stosowany w ciągu pierwszych minut resuscytacji krążeniowo-oddechowej [17-19].

Postępowanie z pacjentami po wewnątrzszpitalnych epizodach zatrzymania krążenia (IHCA, ang. In-hospital cardiac arrest) wciąż stanowi prawdziwe wyzwanie dla personelu medycznego na całym świecie. Personel od lat stara się ograniczać ich częstotliwość, wdrażać skuteczną terapię nagłego zatrzymania krążenia (NZK) oraz odpowiednią opiekę resuscytacyjną. Działania te mają zapewnić jak najwyższy wskaźnik przeżycia do wypisu ze szpitala. Zgłaszana częstość występowania IHCA wahała się od 1 do 6 pacjentów na 1000 przyjęć do szpitala [20-22]. Na ogół są to osoby starsze z wieloma współistniejącymi chorobami, które zwykle objawiają się w momencie przyjęcia do szpitala. Analiza przypadków IHCA wykazała, że najczęstszym początkowym

rytmem NZK była asystolia/PEA (79,3–84,3%), ale nie VF/VT (15,7–20,7%) [21,23]. Wyniki te silnie korelują ze słabym wskaźnikiem przeżycia wynoszącym około 10–20% pacjentów z IHCA, z których tylko połowa przeżyła z dobrymi wynikami neurologicznymi [20,22,23]. Pomimo ogromnego postępu w technologii medycznej i pomimo przeprowadzenia wielu szczegółowych analiz oraz zmiany standardów postępowania i leczenia pacjentów z IHCA, słaby postęp nie zmienił się znacząco od wielu lat. Tylko pojedyncze doniesienia odnotowały niewielki wzrost przeżywalności do 22,4% oraz spadek wskaźnika niepełnosprawności neurologicznej z 32,9% do 28,1% [23].

Zatrzymanie krążenia w szpitalu nie jest rzadkością. W samych Stanach Zjednoczonych 292000 dorosłych pacjentów rocznie jest leczonych z powodu IHCA ze stosunkowo niskim wskaźnikiem przeżycia wynoszącym około 20-30% [23-25]. Oddziały o największej liczbie przypadków IHCA to oddział intensywnej terapii, klatki piersiowej/kardiochirurgii i chirurgii wewnętrznej [25]. Stwierdzono, że czas od przyjęcia do szpitala do wystąpienia IHCA miał wpływ na przeżywalność, która była istotnie wyższa, jeśli IHCA wystąpiło w ciągu pierwszych 3 dni niż po 7 dniach hospitalizacji [26].

### 1.1. Rozwój resuscytacji krążeniowo oddechowej

Resuscytacja krążeniowo – oddechowa jak sama nazwa wskazuje składa się z dwóch komponentów odpowiadających odpowiednio układowi krążenia oraz układowi oddechowemu. Samo oddychanie w historii było postrzegane jako coś mistycznego. Już w Księdze Rodzaju możemy przeczytać, iż Bóg tchnął życie w Adama ustanawiając w ten sposób „tchnienie życia”. W starożytnym Egipcie Izolda tchnęła życie w swojego zmarłego męża. Z kolei pierwsze tracheostomię wykonywano już w starożytnym Egipcie blisko 1500 roku p.n.e. [27]. Jednakże pierwsze wzmianki dotyczące wentylacji mechanicznej płuc datowane są na 1543 rok, kiedy to Andreas Vesalius opublikował swoją pracę dotyczącą wpływu wentylacji płuc psa za pomocą miechów powietrznych. Vesalius wskazał ponadto w swojej pracy, iż najbardziej efektywną metodą wentylacji była metoda, podczas której wentylacja odbywała się poprzez rurkę bądź trzcinę która była umieszczona w dole gardła bądź też poprzez otwór tracheostomijny [28]. Jego dzieło stanowiło podwaliny anatomii oddychania. Z kolei pierwsze opisy wentylacji metodą usta-usta sięgają 1744 roku i dotyczą opisu wentylacji, którą prowadził Tossach

wobec górnika zatrutego dymem. Trzydzieści lat później w Anglii oficjalnie wskazywano, iż wentylacja jest metodą postępowania u pacjentów z podtopieniem.

Historia resuscytacji w odniesieniu do układu krążenia jest znacznie krótsza aniżeli opisana powyżej historia dotycząca wentylacji pacjenta jako metody ratowania życia. Pierwsze opisy dotyczące układu krążenia możemy przypisać Williamowi Harvey'owi i jego opracowaniom z 1623 roku. W swojej książce opisał sposób cyrkulacji krwi w ludzkim organizmie [29]. Pierwsze potwierdzone próby bezpośredniego masażu serca należy z kolei przypisać francuskiemu lekarzowi Theodore Tuffier'owi (1898) który zauważając, iż jego pacjent nie ma tętna przystąpił do otwartego (bezpośredniego) masażu serca, który, pomimo iż zakończył się niepowodzeniem skutkowało chwilowym powrotem tętna. Z kolei opis techniki zewnętrznego (pośredniego) masażu serca możemy zawdzięczać doktorowi Friedrichowi Maass z Kliniki Chirurgii Uniwersytetu w Getyndze [30].

Początków resuscytacji jaką obecnie znamy należy poszukiwać w latach pięćdziesiątych dwudziestego wieku. Niepodważalnym protoplastą resuscytacji krążeniowo – oddechowej był doktor Peter Safar, który jako pierwszy opracował i wydał podręcznik resuscytacji 1957 r. [31]. Tym samym przyczyniając się do propagowania nauki, którą obecnie znamy pod pojęciem resuscytacji krążeniowo – oddechowej.

Początek lat 60 to wprowadzenie do praktyk klinicznych pojęć z zakresu CPR (z ang. cardiopulmonary resuscitation, resuscytacji krążeniowo-oddechowej) oraz obowiązkowych szkoleń dla personelu medycznego. W okresie tym Amerykańskie Towarzystwo Kardiologiczne zaczęło propagować zasady uporządkowanej i usystematyzowanej resuscytacji wśród lekarzy oraz wśród ogółu społeczeństwa. „Ojciec nowoczesnej resuscytacji” dr Peter Safar zaczął przyglądać się również efektom resuscytacji. Dzięki obserwacjom i wyciągniętym wnioskom wprowadził m.in. wstęp do hipotermii leczniczej w celu poprawy przeżywalności po epizodzie nagłego zatrzymania krążenia [32].

Badania naukowe prowadzone w wielu ośrodkach medycznych od początku lat 70 zeszłego stulecia wpłynęły na rozwój technik prowadzenia czynności resuscytacyjnych i od lat z powodzeniem kontynuują zasady związane z prowadzeniem uciśnień klatki piersiowej oraz wentylacji zastępczej. W okresie ostatnich 30 lat zmianom ulegały parametry związane z szybkością (tempo) uciśnień, głębokością oraz ilością ucisków

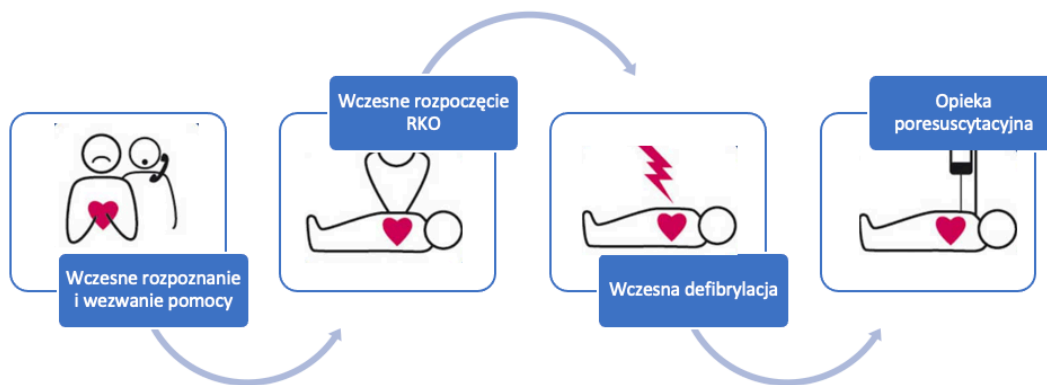
w stosunku do wdechów. W początkowym (lata 1990 – 2000) okresie zalecenia wskazywały na stosunek 15 ucisków do 2 wdechów w sytuacji prowadzenia RKO przez jednego ratownika a w przypadku dwóch ratowników stosunek wynosił 5 ucisków do 1 wdechu. Od 2010 roku do chwili obecnej zalecenia Międzynarodowego Komitetu Łącznikowego ds. Resuscytacji (z ang. International Liaison Committee for Resuscitation, ILCOR) oraz głównych towarzystw naukowych w tym Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego bądź Europejskiej Rady Resuscytacji propagują i wskazują na 30 uciśnień do 2 wdechów w przypadku osoby dorosłej bez względu na ilość ratowników wykonujących RKO [33]. Odstępstwo stanowi sytuacja prowadzenia czynności bez odpowiednich barier ochronnych zgodnie z zasadą „hands only CPR” co oznacza prowadzenie samych ucisków [34].

Cały ten wielowiekowy trud i zaangażowanie mają na celu przywrócić pacjenta w jak najlepszym stopniu do sprawności i funkcjonowania w społeczeństwie. Oprócz aspektu stricte technicznego w ostatnich dziesięcioleciach zaczynamy przyglądać się również tematyce resuscytacji w kontekście etycznym i moralnym [35-37].

## 1.2. Elementy wysokiej jakości resuscytacji krążeniowo – oddechowej

Proces resuscytacji krążeniowo – oddechowej w tym czynniki wpływające na jej wysoką efektywność został opisany w wytycznych resuscytacji ERC i AHA. Wytyczne obu powyższych towarzystw naukowych wskazują elementy składowe postępowania resuscytacyjnego określane mianem łańcucha przeżycia.

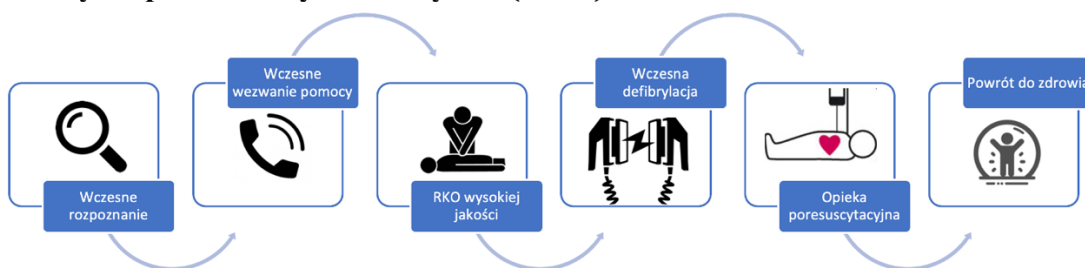
Łańcuch przeżycia w oparciu o wytyczne Europejskiej Rady Resuscytacji składa się z czterech następujących po sobie czynności: (1) Wczesne rozpoznanie i wezwanie pomocy; (2) Wczesne rozpoczęcie RKO; (3) Wczesna defibrylacja; (4) Opieka poresuscytacyjna (Rycina 1).



Rycina 1. Łańcuch przeżycia w oparciu o wytyczne Europejskiej Rady Resuscytacji. Źródło: opracowanie własne.

Z kolei łańcuch przeżycia w odniesieniu do wytycznych Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego jest bardziej szczegółowy i składa się z dwóch odrębnych modeli postępowania: pierwszy dotyczy warunków wewnątrzszpitalnych a drugi pozaszpitalnego postępowania w zatrzymaniu krążenia (Rycina 2). O ile w przypadku zatrzymania krążenia wewnątrzszpitalnego jest ono skutkiem zaostrzenia poważnych chorób układu oddechowego i krążenia – tak w warunkach przedszpitalnych występuje nieoczekiwanie i jest zazwyczaj skutkiem istniejących problemów kardiologicznych.

### Wewnątrzszpitalne zatrzymanie krążenia (IHCA)



### Zatrzymanie krążenia poza szpitalem (OHCA)



Rycina 2. Łańcuch przeżycia wewnątrz i poza-szpitalnego zatrzymania krążenia w oparciu o wytyczne Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego. Źródło: opracowanie własne.



W aspekcie wewnątrzszpitalnego zatrzymania krążenia Amerykańskie Towarzystwo Kardiologiczne wskazuje: (1) Wczesne rozpoznanie i zapobieganie; (2) wezwanie pomocy; (3) RKO wysokiej jakości; (4) Defibrylacja; (5) Opieka poresuscytacyjna; (6) Powrót do zdrowia (proces rehabilitacji i odzyskiwanie jakości życia).

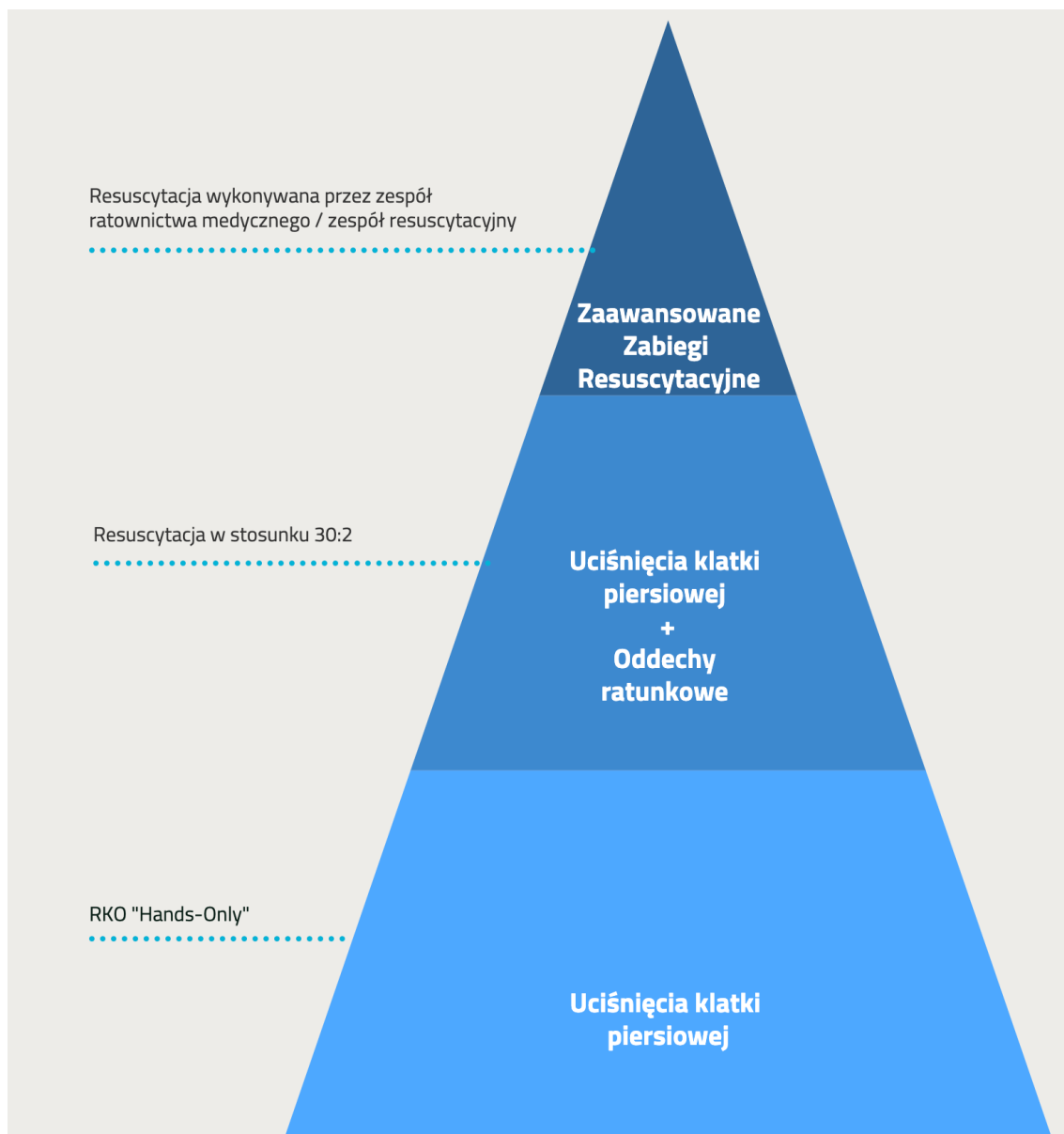
Z kolei poza-szpitalny łańcuch przeżycia w sytuacji nagłego zatrzymania krążenia u osób dorosłych Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego wskazuje: (1) Wezwanie pomocy; (2); RKO wysokiej jakości; (3) Defibrylacja; (4) Zaawansowane Czynności Resuscytacyjne; (5) Opieka poresuscytacyjna; (6) Powrót do zdrowia (proces rehabilitacji i odzyskiwanie jakości życia).

### 1.3. Resuscytacja krążeniowo – oddechowa w świetle wytycznych resuscytacji

Wytyczne resuscytacji krążeniowo – oddechowej możemy powiedzieć w zależności od grupy docelowej w której ma być prowadzona resuscytacja na wytyczne poświęcone pacjentom dorosłym, dzieciom oraz noworodkom bezpośrednio po urodzeniu [9,38,39]. W niniejszej pracy z uwagi na tematykę zostaną opisane jedynie wytyczne resuscytacji krążeniowo – oddechowej osób dorosłych. Inny podział uwzględnia poziomu wyszkolenia „ratownika” a tym samym złożoności wytycznych (Rycina 3).

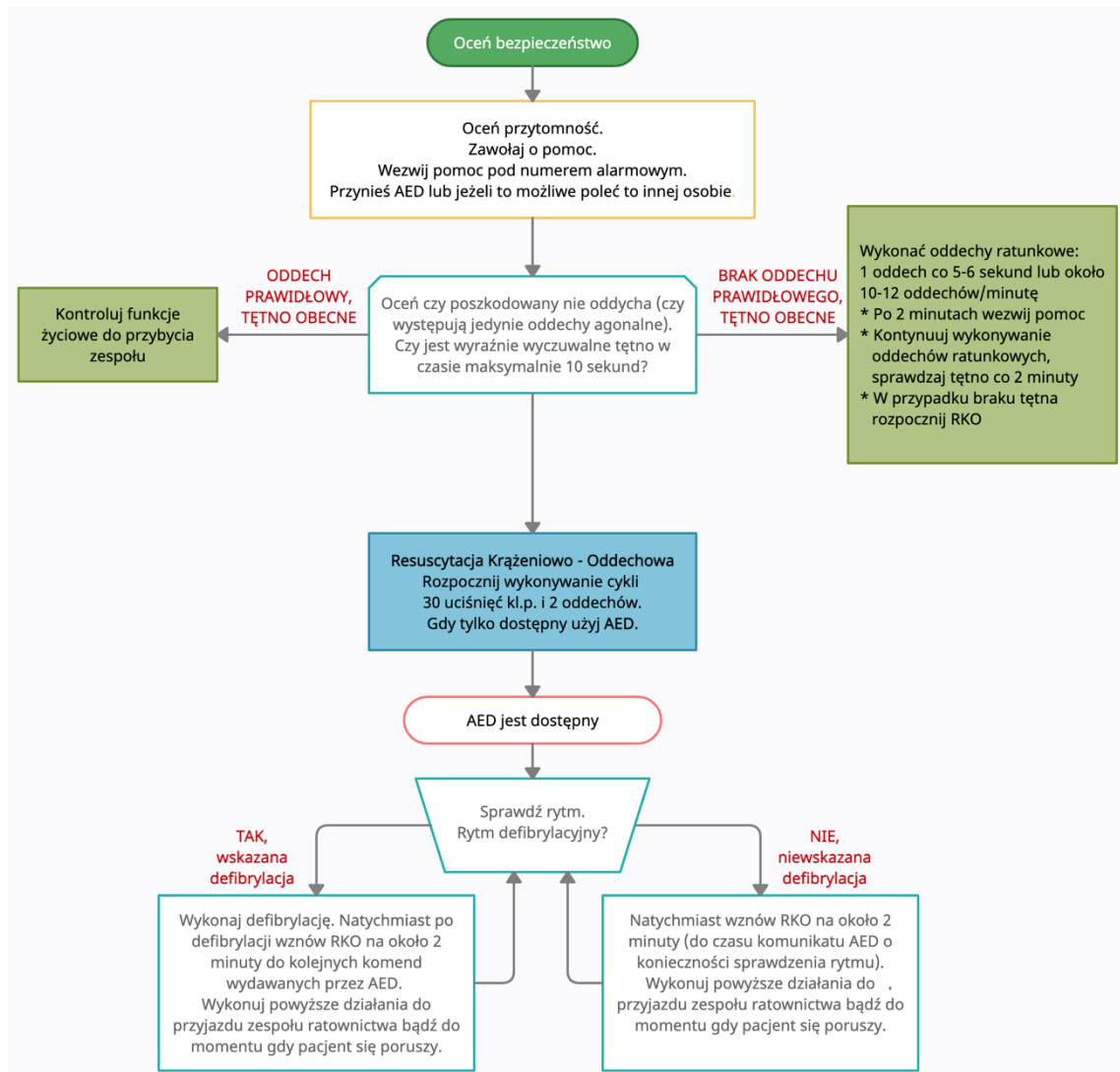
W celu zwiększenia częstości podejmowania resuscytacji krążeniowo – oddechowej prowadzone są liczne akcje zwiększające świadomość dotyczącą reagowania w przypadku zaobserwowania nagłego zatrzymania krążenia podejmowania zabiegów resuscytacyjnych wobec takiej osoby. Dodatkowo prowadzone są szkolenia z zakresu podstawowych zabiegów resuscytacyjnych tak dla personelu medycznego jak i osób niezwiązanych z medycyną. Jednakże, aby zwiększyć liczbę osób, które podejmą resuscytację ILCOR czyli Międzynarodowy Komitet Łącznikowy a tym samym ERC i AHA w wytycznych dotyczących podstawowych zabiegów resuscytacyjnych pozwoliły na prowadzenie resuscytacji przez przygodnych świadków zdarzenia jedynie w oparciu o samą kompresję klatki piersiowej – bez konieczności wykonywania oddechów ratowniczych, a tym samym prowadzenia resuscytacji w oparciu o cykl 30 uciśnień klatki piersiowej i 2 oddechów ratowniczych [40]. Warto, jednakże zaznaczyć, iż taka metoda jest najmniej efektywną spośród poniżej opisanych, jednakże zwiększa szanse na przeżycie pacjenta w porównaniu z sytuacją, gdy nie są podejmowane czynności

resuscytacyjne w oczekiwaniu na przyjazd zespołu ratownictwa medycznego [41]. Osoby po przeszkoleniu w zakresie podstawowych zabiegów resuscytacyjnych najlepiej, aby wykonywały resuscytację w oparciu o cykle „30:2”. Z kolei zespoły ratownictwa medycznego (w warunkach przedszpitalnych) bądź zespoły resuscytacyjne (w warunkach szpitalnych) prowadzi resuscytację w oparciu o zaawansowane zabiegi resuscytacyjne uwzględniające również zaawansowaną elektroterapię oraz farmakoterapię.



Rycina 3. Sposób prowadzenia resuscytacji krążeniowo - oddechowej w zależności od poziomu przeszkolenia. Źródło: opracowanie własne na podstawie wytycznych AHA.

Schemat podstawowych zabiegów resuscytacyjnych u osoby dorosłej został przedstawiony na rycinie 4. Pierwsze działania podczas podstawowych zabiegów resuscytacyjnych powinny być nakierowane na ocenę bezpieczeństwa miejsca zdarzenia zarówno w aspekcie bezpieczeństwa pacjenta jak i bezpieczeństwa samego siebie.



Rycina 4. Schemat podstawowych zabiegów resuscytacyjnych w oparciu o wytyczne Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego. Źródło: opracowanie własne.

Kolejnym krokiem jest weryfikacja czy pacjent reaguje. Jeżeli pacjent nie reaguje należy wezwać pomoc z wykorzystaniem numeru alarmowego oraz udać się niezwłocznie po AED, bądź gdy jest obok nas dodatkowa osoba – polecić jej przyniesienie AED. Dalsze kroki postępowania uwarunkowane są obecnością poprawności oddechu. Gdy pacjent nie oddycha i niewyczuwalne jest tętno należy rozpocząć resuscytację

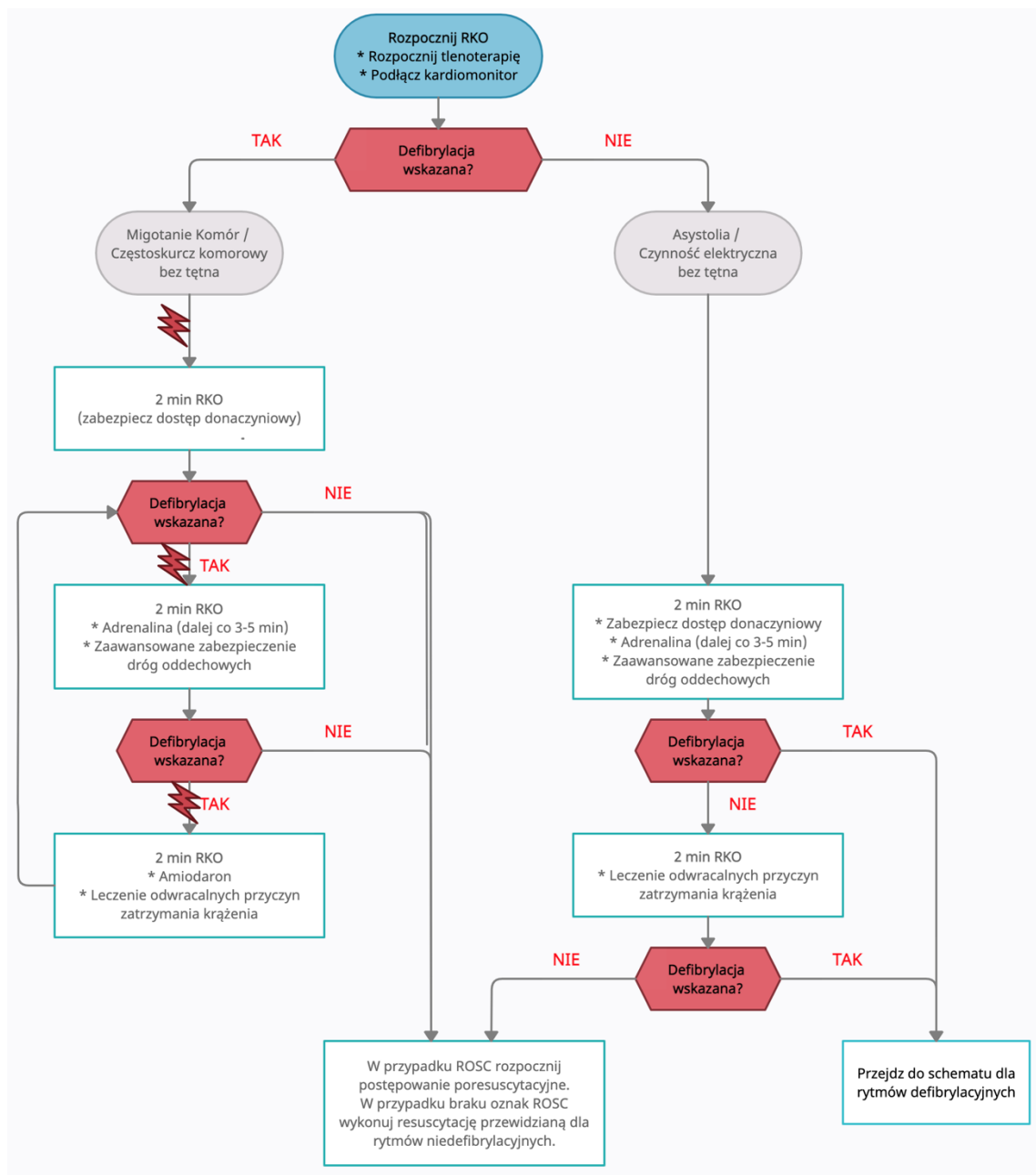
krążeniowo – oddechową. Cykl BLS rozpoczyna się od uciśnień (kompresji) klatki piersiowej. Ponowna ocena pacjenta powinna mieć miejsce po 2-minutach RKO. Podczas oceny powinna następować w miarę możliwości również zmiana osoby, która wykonywała uciśnięcia klatki piersiowej. W przypadku gdy dostępny będzie defibrylator AED wówczas osoby prowadzące resuscytację powinny stosować się do zaleceń wydawanych przez defibrylator [9].

Na rycinie 5 został zamieszczony natomiast schemat zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych w odniesieniu do osoby dorosłej z zatrzymaniem krążenia. Początkowe etapy zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych są tożsame z opisanymi powyżej etapami BLS. Różnice polegają na fakcie, iż personel medyczny wykorzystuje manualne defibrylatory i w zależności od obserwowanego rytmu uzależnia postępowanie z pacjentem. W przypadku rytmów nie do defibrylacji (asystolia / czynność elektryczna bez tętna) ratownicy wykonują 2-minutowe cykle resuscytacji podając przy tym 1-mg adrenaliny (powtarzając dawkę co 3-5 minut). W przypadku rytmów do defibrylacji (migotanie komór / częstoskurcz komorowy bez tętna) również prowadzą 2-minutowe cykle RKO wykonując niezwłocznie defibrylację – zaś adrenalina podawana jest dopiero po 2 nieskutecznej defibrylacji. Sama resuscytacja natomiast prowadzona jest w oparciu o cykle „30:2” bądź w przypadku przyrządowego zabezpieczenia drożności dróg oddechowych – o ciągłą kompresję klatki piersiowej, która jak wskazują liczne badania jest najbardziej efektywną metodą ucisków klatki piersiowej [42,43].

#### 1.4. Wytyczne resuscytacji krążeniowo – oddechowej a koronawirus SARS-CoV-2

Wytyczne resuscytacji krążeniowo – oddechowe nie różnią się znacząco od schematów postępowania sprzed okresu pandemii. Zasadnicze różnice wynikają z ryzyka zakażenia od pacjenta z COVID-19. W związku z powyższym zalecanym jest, aby podczas podstawowych zabiegów resuscytacyjnych przygodni świadkowie zdarzenia nie wykonywaniu oddechów ratowniczych – lecz prowadzili zabiegi resuscytacyjne w oparciu o uciski klatki piersiowej wykonywana w sposób ciągły [44]. Warto podczas resuscytacji – pomimo iż nie będą prowadzone oddechy ratownicze – przysłonić drogi oddechowe uszkodzonym maską twarzową bądź chusteczką, aby zmniejszyć ryzyko zakażenia wskutek kontaktu z potencjalnie zakaźnym aerozolem oddechowym. Z kolei

w przypadku resuscytacji wykonywanej przez personel medyczny zalecanym jest, aby była ona wykonywana a w środkach ochrony osobistej – najlepiej pełnych kombinezonach ochronnych, w skład których wchodzi zarówno kombinezon, rękawiczki, okulary ochronne oraz co ważniejsze maska twarzowa i przyłbica zwiększające ochronę samego personelu medycznego [45,46]. W celu redukcji ryzyka wytwarzania zakaźnego aerozolu oddechowe drogi oddechowe powinny być zabezpieczone przyrządowo jak najszybciej – zaś wentylacji winna odbywać się wówczas w układzie zamkniętym poprzez podłączenie filtrów HEPA z workiem samorozprężalnym bądź respiratorem [47,48].



Rycina 5. Algorytm zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych w oparciu o wytyczne Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego. Źródło: opracowanie własne.

## 2. CEL PRACY

Wspólnym celem serii badań wchodzących w skład monotematycznego cyklu publikacji stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej jest ocena wpływu pandemii COVID-19 na przeżywalność pacjentów z zatrzymaniem krążenia zarówno w warunkach przedszpitalnych jak i wewnątrzszpitalnych.

### 3. KOPIE OBUPLIKOWANYCH PRAC

# Out-of-hospital cardiac arrest treated by emergency medical service teams during COVID-19 pandemic: A retrospective cohort study

Magdalena J. Borkowska<sup>1</sup>, Jacek Smereka<sup>2,3</sup>, Kamil Safiejko<sup>1</sup>, Klaudiusz Nadolny<sup>4,5</sup>, Maciej Maslanka<sup>3,6</sup>, Krzysztof J. Filipiak<sup>7</sup>, Miłosz J. Jaguszewski<sup>8</sup>, Lukasz Szarpak<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Białystok Oncology Center, Białystok, Poland

<sup>2</sup>Department of Emergency Medical Service, Wrocław Medical University, Wrocław, Poland

<sup>3</sup>Polish Society of Disaster Medicine, Warsaw, Poland

<sup>4</sup>Faculty of Medicine, Katowice School of Technology, Katowice, Poland

<sup>5</sup>Department of Emergency Medical Service, Strategic Planning University of Dąbrowa Górnicza, Poland

<sup>6</sup>Maria Skłodowska-Curie Medical Academy in Warsaw, Poland

<sup>7</sup>First Chair and Department of Cardiology, Medical University of Warsaw, Poland

<sup>8</sup>First Department of Cardiology, Medical University of Gdańsk, Poland

This paper was guest edited by Prof. Togay Evrin

## Abstract

**Background:** *Out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) is a challenge for medical personnel, especially in the current COVID-19 pandemic, where medical personnel should perform resuscitation wearing full personal protective equipment. This study aims to assess the characteristics and outcomes of adults who suffered an OHCA in the COVID-19 pandemic treated by emergency medical service (EMS) teams.*

**Methods:** *All EMS-attended OHCA adults over than 18 years in the Polish EMS registry were analyzed. The retrospective EMS database was conducted. EMS interventions performed between March 1, and April 30, 2020 were retrospectively screened.*

**Results:** *In the study period EMS operated 527 times for OHCA cases. The average age of patients with OHCA was 67.8 years. Statistically significantly more frequently men were involved (64.3%). 298 (56.6%) of all OHCA patients had resuscitation attempted by EMS providers. Among resuscitated patients, 73.8% were cardiac etiology. 9.4% of patients had return of spontaneous circulation, 27.2% of patients were admitted to hospital with ongoing chest compression. In the case of 63.4% cardiopulmonary resuscitation was ineffective and death was determined.*

**Conclusions:** *The present study found that OHCA incidence rate in the Masovian population (central region of Poland) in March–April 2020 period was 12.2/100,000 adult inhabitants. Return of spontaneous circulation in EMS was observed only in 9.4% of resuscitated patients. The presence of shockable rhythms was associated with better prognosis. The prehospital mortality, even though it was high, did not differ from those reported by other studies. (Cardiol J 2021; 28, 1: 15–22)*

**Key words:** *out-of-hospital cardiac arrest, cardiopulmonary resuscitation, return of spontaneous circulation, outcome, COVID-19*

Address for correspondence: Lukasz Szarpak, Assoc. Prof. PhD, MBA, Białystok Oncology Center, ul. Ogrodowa 12, 15–027 Białystok, Poland, tel: +48 500186225, e-mail: lukasz.szarpak@gmail.com

Received: 30.07.2020

Accepted: 2.09.2020

This article is available in open access under Creative Commons Attribution-Non-Commercial-No Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) license, allowing to download articles and share them with others as long as they credit the authors and the publisher, but without permission to change them in any way or use them commercially.



## Introduction

Out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) remains a major public health problem [1], especially in the emergency medical service (EMS) teams, where staff, due to limited personnel, are often forced to choose which procedure to follow first [2]. As Gräsner et al. [3] indicates, the prevalence of OHCA is 40 cases per 100,000 adults. For the United States and Canada, this is close to 400,000 OHCA cases per year, respectively [4]. The higher prevalence of OHCA of 170/100,000 is indicated by Gach et al. in their study [5]. Majority of OHCA occur in adults, with a small proportion occurring in pediatric and young adult populations [6].

The challenges faced by medical staff in terms of OHCA are further hampered by the current COVID-19 pandemic, as every pre-hospital patient should be treated as potentially infected with SARS-CoV-2 until this is ruled out [7, 8]. Therefore, following the recommendations of the World Health Organization (WHO), medical personnel providing medical assistance to patients with suspected/confirmed COVID-19 should be equipped with full personal protective equipment. This applies in particular to aerosol generating procedures, such as airway management or cardiopulmonary resuscitation (CPR) [9, 10]. In Polish settings, EMS personnel are usually equipped with a full protective suit, a mask with FFP2 or FFP3 class filter, protective glasses, visor and double gloves. This garment reduces the risk of infection but, as numerous studies have shown, makes it difficult to perform medical procedures, including those so important for CPR, such as chest compressions [10], airway management [11, 12], obtaining vascular access [13, 14], or the administration of drugs and fluids during resuscitation [15, 16].

This study aims were to assess the characteristics and outcomes of adults who suffered an OHCA in the COVID-19 pandemic treated by EMS teams.

## Methods

The study was performed following the ethical standards of the Declaration of Helsinki and approved by the institutional review board of the Polish Society of Disaster Medicine (approval no. 01.06.20.IRB).

### Study design

Emergency medical service teams' medical records were analyzed. The data were obtained concerning the largest voivodeship in Poland —

Masovia Voivodeship. Masovia Voivodeship is the largest voivodeship in Poland both in terms of area and population. It also includes the capital of Poland — Warsaw. The region covers an area of 35,558,47 km<sup>2</sup>. As of 31 December 2019, there were about 5.4 million inhabitants, including 4.3 million adults (over than 18 years of age). There are 200 ground-based medical rescue teams located in 128 locations in the voivodeship.

The study population consisted of 527 adult OHCA patients for whom EMS teams intervened from March 1, 2020 to April 30, 2020. Data from adult patients aged 18 years or older with OHCA were analyzed (Fig. 1). Clinical diagnosis was based on the International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems classification in revision 10 [17]. All patients included an intention to treatment analysis. Patients were de-identified after data were collected from digital records.

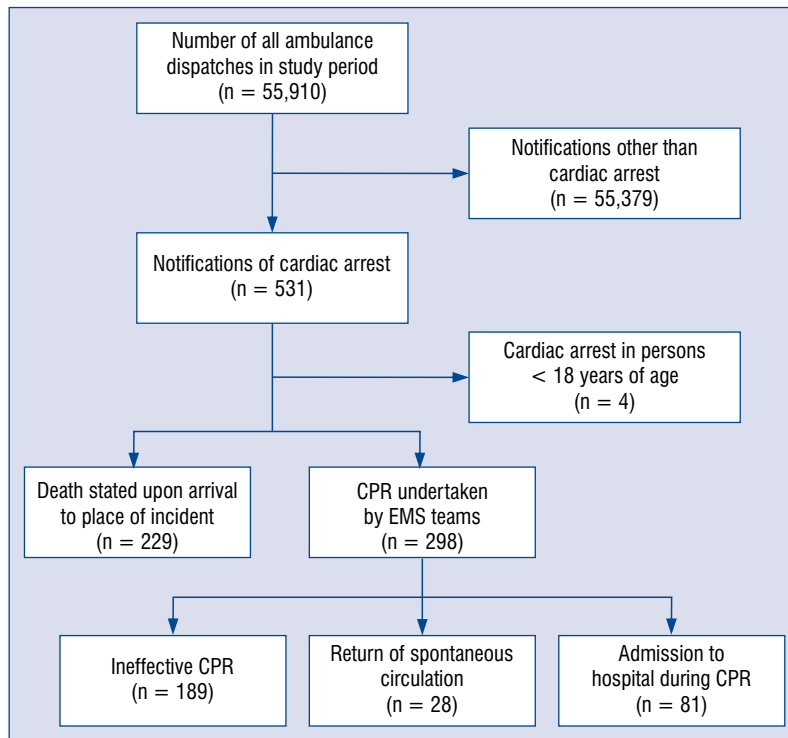
The study cohort were comprised of adult OHCA patients treated by EMS teams during the above specified periods. Demographic data gathered from electronic medical records included gender, age, medical diagnosis and medical procedure.

### Outcomes

Primary outcome of this study was the return of spontaneous circulation (ROSC) in the prehospital period, defined as the steady return of circulation and/or breathing. The etiology of OHCA was categorized as cardiac or noncardiac. Noncardiac causes were subdivided into respiratory disease, stroke, malignant tumor, external causes (e.g., trauma, drowning, burn, asphyxia, or intoxication), or other noncardiac causes. The etiology of OHCA was presumed to be cardiac unless evidence suggested a noncardiac cause [18]. Therefore, the cardiac etiology included confirmed and presumed cases.

### Statistical analysis

Data were analyzed by means of the statistical package STATISTICA 13.3EN (Tibco Inc, Tulusa, OK, USA). Categorical variables were expressed as number and percent. Continuous variables were reported as mean and standard deviation (SD) or median and interquartile range (IQR), depending on the normal distribution of the data. Binary data were compared between the treatment groups using by the  $\chi^2$  test. Continuous data were compared between groups using the t test. Group differences were calculated, along with their 95% confidence intervals (CI). The authors focused on compar-



**Figure 1.** Patients' flow chart; CPR — cardiopulmonary resuscitation; EMS — emergency medical service.

ing means rather than medians, because it was intended to include extreme values in analysis. Thus, the t-test for group comparisons of means was used. A  $p$ -value  $\leq 0.05$  was considered to indicate statistical significance.

## Results

In the period from March to April 2020, medical emergency teams from the Mazovian region performed 55,910 interventions, of which 527 interventions were carried out on patients with cardiac arrest, which constituted 0.9% of all intentions in the examined period. CPR was initiated in 298 cases, while in the remaining 229 cases, death before the EMS team had arrived was diagnosed and no resuscitation activities were undertaken (Table 1).

Patients without resuscitation activities where death was diagnosed were statistically significantly older than those in whom CPR activities were undertaken (70.8 vs. 65.4 years, respectively;  $p = 0.001$ ).

The analysis showed that the time from the call to contact was on average 2 min longer in the case of patients who were found dead without resuscitation (12 vs. 10 min;  $p = 0.026$ , respectively).

On the other hand, there were no significant differences between the groups in terms of etiology of cardiac arrest, the reason reported during the call or rate of resuscitation provided by bystanders (Table 1).

## Return of spontaneous circulation analysis

A detailed distribution of patients in whom CPR was implemented is presented in Table 2. Due to the resuscitation status, patients were divided into three groups. In 189 cases CPR was ineffective, was discontinued, and the patient was found dead. In 28 cases there were 28 cases of pre-hospital ROSC, while 81 patients were transferred to hospital during CPR. The group of patients with unsuccessful CPR or were found dead had the highest age — 67.9 years, compared to those with ROSC — 58.3 years, and those transported to hospital with ongoing CPR — 62.0 years (Fig. 2).

Resuscitation was usually provided in the morning and the time of day did not significantly affect the effectiveness of resuscitation; similarly, there was no significant correlation between the effectiveness of resuscitation and the institution of resuscitation by witnesses or the presence of medical personnel during cardiac arrest.

**Table 1.** Number and Incidence rate of out-of-hospital cardiac arrests in study period.

Parameter	Total (n = 527)	Resuscitation has been initiated (n = 298)	No resuscitation was undertaken (n = 229)	P
Age, mean (SD)	67.8 (16.2)	65.4 (170.2)	70.8 (14.4)	<b>0.001</b>
Age of men	65.0 (15.9)	62.4 (17.4)	68.3 (13.2)	<b>&lt; 0.001</b>
Age of women	72.7 (15.5)	70.7 (15.5)	75.3 (15.3)	<b>&lt; 0.001</b>
Sex:				
Male (%)	339 (64.3)	192 (64.4)	147 (64.2)	1.0
Female (%)	188 (25.7)	106 (35.6)	82 (35.8)	
Weekday (Monday to Friday)	381 (72.3)	217 (72.8)	164 (71.6)	1.0
Weekend (Saturday and Sunday)	146 (27.7)	81 (27.2)	65 (28.4)	
Morning (8 am to 4 pm)	206 (39.1)	120 (40.3)	86 (37.5)	0.768
Evening (4 pm to 11 pm)	176 (33.4)	95 (31.9)	81 (35.4)	
Night (11 pm to 8 am)	145 (27.5)	83 (27.8)	62 (27.1)	
Time from call to contact with patient, min	11.1 (7.0)	10.0 (5.9)	12.0 (8.2)	<b>0.026</b>
Time from call to hospital arrival, min	46.0 (27.3)	45.4 (27.8)		
Time from contact with patient to hospital arrival	57.5 (28.6)	57.3 (29.2)		
Cardiac arrest etiology:				
Cardiac	379 (71.9)	220 (73.8)	159 (69.4)	0.387
Non-cardiac	148 (28.1)	78 (26.2)	70 (30.6)	
Bystander CPR	53 (10.1)	37 (12.4)	16 (10.0)	1.0
SCA in the presence of EMS	25 (4.7)	20 (6.7)	5 (2.2)	1.0
<b>The reason for the call EMS</b>				
Sudden cardiac arrest	134 (25.4)	81 (27.2)	53 (23.1)	0.091
Unconscious	154 (29.2)	89 (29.9)	65 (28.4)	
Syncope	68 (12.9)	37 (12.4)	31 (13.5)	
Chest pain	9 (1.7)	9 (3.0)	0 (0.0)	
Dyspnoea	67 (12.7)	33 (11.1)	34 (14.8)	
Convulsions	13 (2.5)	9 (3.0)	4 (1.7)	
Choking	5 (0.9)	2 (0.7)	3 (1.3)	
Hemorrhage, bleeding	3 (0.6)	2 (0.7)	7 (0.4)	
Injury	3 (0.6)	3 (1.0)	0 (0.0)	
Others	71 (13.7)	33 (11.1)	38 (16.6)	
<b>Initial heart rhythm</b>				
Asystole	400 (75.9)	171 (57.4)	229 (100.0)	<b>&lt; 0.001</b>
PEA	62 (11.8)	62 (20.8)	0 (0.0)	
VF/pVT	65 (12.3)	65 (21.8)	0 (0.0)	

CPR — cardiopulmonary resuscitation; EMS — emergency medical service; NS — not statistically significant; PEA — pulseless electrical activity; pVT — pulseless ventricular tachycardia; SCA — sudden cardiac arrest; SD — standard deviation; VF — ventricular fibrillation

Statistical analysis showed that the first electrocardiogram rhythm observed by medical personnel was significant in terms of CPR effectiveness and follow-up (p = 0.026; Table 2).

## Discussion

The aim of this study was perform an epidemiological analysis of OHCA during the imple-

**Table 2.** Demographic findings according to the relationship between the effectiveness of resuscitation.

Parameter	(A) Died on scene (n = 189)	(B) ROSC (n = 28)	(C) Admission under CPR (n = 81)	P-value	P
Age, mena (SD)	67.9 (16.7)	58.3 (20.7)	62.0 (15.9)	A vs. B = 0.028 A vs. C = 0.007 Other = NS	0.002
Age of men	65.5 (16.7)	54.6 (20.2)	56.3 (18.5)	A vs. B = 0.007 A vs. C = 0.016 Other = NS	< 0.001
Age of women	72.1 (72.3)	66.1 (20.4)	70.2 (17.4)	A vs. B = 0.001 A vs. C = 0.023 Other = NS	< 0.001
Sex:					
Male (%)	120 (63.5)	19 (67.9)	53 (65.4)	NS	1.0
Female (%)	69 (36.5)	9 (32.1)	28 (24.6)		
Weekday (Monday to Friday)	138 (73.0)	18 (64.3)	61 (75.3)	NS	1.0
Weekend (Saturday and Sunday)	51 (27.0)	10 (35.7)	20 (24.7)	NS	
Morning (8 am to 4 pm)	77 (40.7)	9 (32.1)	34 (42.0)	NS	0.460
Evening (4 am to 11 pm)	57 (30.2)	14 (50.0)	24 (29.6)	NS	
Night (11 pm to 8 am)	55 (29.1)	5 (17.9)	23 (28.4)	NS	
Time from call to contact with patient, min	10.8 (5.9)	10.0 (5.9)	9.4 (5.8)	NS	0.427
Time from call to hospital arrival, min		43.6 (18.9)	42.5 (24.0)	NS	0.347
Time from contact with patient to hospital arrival		54.6 (21.4)	53.4 (24.1)	NS	0.249
Cardiac arrest etiology					
Cardiac	142 (75.1)	18 (64.3)	60 (74.1)	NS	1.0
Non-cardiac	47 (24.9)	10 (35.7)	21 (25.9)		
Bystander CPR	23 (12.2)	7 (25.0)	7 (8.6)	NS	1.0
SCA in the presence of EMS	12 (6.3)	2 (7.1)	6 (7.4)	NS	1.0
<b>The reason for the call EMS</b>					
Sudden cardiac arrest	57 (30.2)	6 (21.4)	18 (22.2)	NS	0.650
Unconscious	54 (28.6)	8 (28.6)	27 (33.3)		
Syncope	23 (12.2)	3 (10.7)	11 (13.6)		
Chest pain	6 (3.2)	0 (0.0)	3 (3.7)		
Dyspnoea	21 (11.1)	4 (14.3)	8 (10.0)		
Convulsions	4 (2.1)	3 (10.7)	2 (2.5)		
Choking	2 (1.1)	0 (0.0)	1 (1.2)		
Hemorrhage, bleeding	1 (0.5)	0 (0.0)	0 (0.0)		
Injury	3 (1.6)	0 (0.0)	0 (0.0)		
Others	18 (9.5)	4 (14.3)	11 (13.6)		
<b>Initial heart rhythm</b>					
Asystole	119 (63.0)	15 (53.6)	37 (45.7)	A vs. C = 0.031 Other = NS	<b>0.026</b>
PEA	39 (20.6)	4 (14.3)	19 (23.4)	A vs. B = 0.034 B vs. C = 0.019 Other = NS	
VF/pVT	31 (16.4)	9 (32.1)	25 (30.9)	A vs. B = 0.003 A vs. C = 0.005 Other = NS	

CPR — cardiopulmonary resuscitation; EMS — emergency medical service; NS — not statistically significant; PEA — pulseless electrical activity; pVT — pulseless ventricular tachycardia; SCA — sudden cardiac arrest; VF — ventricular fibrillation

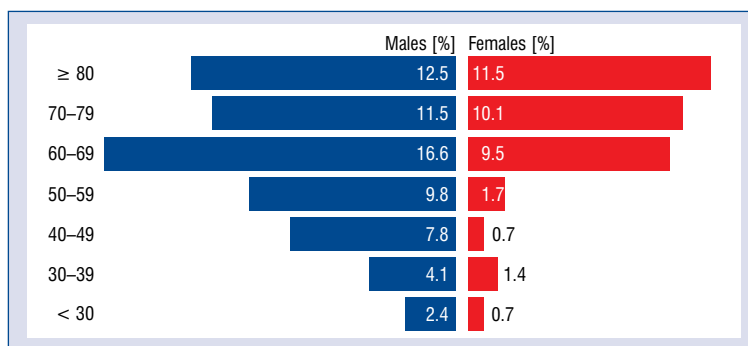


Figure 2. Patient status according to the age.

mentation of restrictions related to the COVID-19 pandemic. According to available research, this is one of the first studies of this type showing the effectiveness of pre-hospital resuscitation during a pandemic, where medical personnel should be dressed in full personal protective equipment and perform all resuscitation activities.

The analysis of the study material showed that 527 patients had OHCA, with only 298 (56.5%) cases of CPR. The remaining patients showed obvious signs of death and died without CPR. Baldi et al. [19] indicates that in the case of Italy, resuscitation was undertaken in 63.5% of patients, while in the same period of 2019 — the percentage of resuscitation undertaken was less than 6% higher.

The mean age of patients with OHCA in the study material was 67.8 years (and 65.4 years for patients on whom CPR was initiated). The age of patients with OHCA in other studies referring to OHCA in COVID-19 outbreak was higher, ranging from 69.7 (17) to 76.3 (2.8) years [19–21]. In the present study, it was also found that men with OHCA were significantly younger than women.

As shown by Baldi et al. [19] the cumulative incidence of OHCA in 2020 was strongly associated with the cumulative incidence of COVID-19 [19, 21]. Baldi et al. [19] compared OHCA that occurred in the provinces of Lodi, Cremona, Pavia, and Mantua during the first 40 days of the COVID-19 outbreak (February 21 through March 31, 2020) with those that occurred during the same period in 2019 and indicate a 58% increase in the rate of OHCA in 2020.

In the current study, cardiac arrest was much more common in men, who accounted for 64.4% of all OHCA, and 64.4% of cases where resuscitation was undertaken. The higher incidence of OHCA in men is also confirmed by other studies [19].

Besides, a study by Baldi et al. [19] which showed an over 5% increase in OHCA prevalence in 2020 compared to 2019 (respectively: 65.5% vs. 60.3%). Baldi et al. [19] also indicates that only 7.8% of patients were transported with ROSC and 10% with ongoing CPR. In the present study, ROSC was obtained in 9.4% of cases where resuscitation was undertaken and in 27.2% of patients who were transported to hospital with ongoing CPR. In the corresponding period of 2019, it was 19.5% for ROSC and 13.2% for transport with ongoing CPR respectively. Pranata et al. [22] suggest that the COVID-19 pandemic was associated with higher OHCA-related mortality. The numbers might be even higher in developing countries due to poor healthcare and emergency medical service systems [22]. In turn Bhatla et al. [23] indicated that cardiac arrests and arrhythmias are likely the consequence of systemic illness and not solely the direct effects of COVID-19 infection.

An important parameter affecting the effectiveness of CPR is the type of the initially observed rhythm. The study showed that the greatest influence on the ROSC concerning ineffective resuscitation was observed when ventricular fibrillation or pulseless ventricular tachycardia was observed as the first monitored cardiac arrest rhythm (odds ratio = 0.43; 95% CI 0.18–1.04). This is also confirmed by numerous studies [24, 25].

The CPR literature lacks consensus among the authors on the impact of witnessed CPR on the outcomes of OHCA. Shimamoto et al. [26] indicated that in nursing homes, bystander CPR was not associated with improved outcomes of OHCA. This is also confirmed by Lukić et al. [27]. In turn Goto et al. [28] show that dispatcher-assisted bystander child CPR was associated with improved 1-month favorable neurological outcomes. Analysis herein, shows that the bystander CPR

was implemented in 10.1% of all OHCA, and in 12.4% of OHCA cases where the EMS team undertook resuscitation, but in none of these cases did it show a significant correlation with ROSC. However, having said this, it should be noted that this data was derived from medical records and a description of the dispatcher's call and does not always take this aspect of previous CPR into account, hence it should be assumed that this result is underestimated.

### Limitations of the study

This recent study has potential limitations. The first limitation is the fact that the study concerned only patients with OHCA from the Masovia Voivodeship in March and April 2020. This period was chosen deliberately, because then restrictions related to COVID-19 started to be introduced and according to WHO medical personnel should use full personal protective equipment during CPR. Another limitation is the outcome was monitored only at the pre-hospital stage; however, such knowledge also allows a determination the effectiveness of CPR and to indicate the problem of emergency calls coming too late for medical rescue teams.

### Conclusions

The present study found that OHCA incidence rate in the Masovian population (central region of Poland) during the March–April 2020 period was 12.2/100,000 adult inhabitants. ROSC in EMS was observed only in 9.4% of resuscitated patients. The presence of shockable rhythms was associated with better prognosis. The prehospital mortality, even though it was high, did not differ from those reported by other studies.

### Acknowledgements

The authors would like to thank all paramedics who participated in this study. The study was supported by the ERC Research Net and by the Polish Society of Disaster Medicine.

**Conflict of interest:** None declared

### References

- Ong ME, Perkins GD, Cariou A. Out-of-hospital cardiac arrest: prehospital management. *Lancet*. 2018; 391(10124): 980–988, doi: [10.1016/S0140-6736\(18\)30316-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30316-7), indexed in Pubmed: 29536862.
- Malysz M, Kacprzak P. Is low voltage ventricular fibrillation still a diagnostic problem? *Disaster Emerg Med J*. 2019; 4(1): 31–32, doi: [10.5603/demj.2019.0007](https://doi.org/10.5603/demj.2019.0007).
- Gräsner JT, Bossaert L. Epidemiology and management of cardiac arrest: what registries are revealing. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2013; 27(3): 293–306, doi: [10.1016/j.bpa.2013.07.008](https://doi.org/10.1016/j.bpa.2013.07.008), indexed in Pubmed: 24054508.
- Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2016 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2016; 133(4): e38–360, doi: [10.1161/CIR.0000000000000350](https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000350), indexed in Pubmed: 26673558.
- Gach D, Nowak JU, Krzych ŁJ. Epidemiology of out-of-hospital cardiac arrest in the Bielsko-Biala district: a 12-month analysis. *Kardiol Pol*. 2016; 74(10): 1180–1187, doi: [10.5603/KPa2016.0086](https://doi.org/10.5603/KPa2016.0086), indexed in Pubmed: 27221961.
- Zipes DP, Wellens HJ. Sudden cardiac death. *Circulation*. 1998; 98: 2334–2351.
- Smereka J, Szarpak L. The use of personal protective equipment in the COVID-19 pandemic era. *Am J Emerg Med*. 2020; 38(7): 1529–1530, doi: [10.1016/j.ajem.2020.04.028](https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.04.028), indexed in Pubmed: 32305157.
- Smereka J, Szarpak L, Filipiak K. Modern medicine in COVID-19 era. *Disaster Emerg Med J*. 2020; 5(2): 103–105, doi: [10.5603/demj.a2020.0012](https://doi.org/10.5603/demj.a2020.0012).
- Szarpak L, Ruetzler K, Dabrowski M, et al. Dilemmas in resuscitation of COVID-19 patients based on current evidence. *Cardiol J*. 2020; 27(3): 327–328, doi: [10.5603/CJ.a2020.0066](https://doi.org/10.5603/CJ.a2020.0066), indexed in Pubmed: 32419130.
- Ruetzler K, Smereka J, Ludwin K, et al. Respiratory protection among healthcare workers during cardiopulmonary resuscitation in COVID-19 patients. *Am J Emerg Med*. 2020 [Epub ahead of print], doi: [10.1016/j.ajem.2020.05.014](https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.05.014), indexed in Pubmed: 32444293.
- Malysz M, Dabrowski M, Böttiger BW, et al. Resuscitation of the patient with suspected/confirmed COVID-19 when wearing personal protective equipment: A randomized multicenter crossover simulation trial. *Cardiol J*. 2020; 27(5): 497–506, doi: [10.5603/CJ.a2020.0068](https://doi.org/10.5603/CJ.a2020.0068), indexed in Pubmed: 32419128.
- Koo A, Walsh R, Knutson T, et al. Comparison of intubation using personal protective equipment and standard uniform in simulated cadaveric models. *Mil Med*. 2018; 183(suppl\_1): 216–218, doi: [10.1093/milmed/usx215](https://doi.org/10.1093/milmed/usx215), indexed in Pubmed: 29635606.
- Taylor SR, Pitzer M, Goldman G, et al. Comparison of intubation devices in level C personal protective equipment: A cadaveric study. *Am J Emerg Med*. 2018; 36(6): 922–925, doi: [10.1016/j.ajem.2017.10.047](https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.10.047), indexed in Pubmed: 29074070.
- Suyama J, Knutsen CC, Northington WE, et al. IO versus IV access while wearing personal protective equipment in a Haz-Mat scenario. *Prehosp Emerg Care*. 2007; 11(4): 467–472, doi: [10.1080/10903120701536982](https://doi.org/10.1080/10903120701536982), indexed in Pubmed: 17907035.
- Smereka J, Szarpak L, Filipiak KJ, et al. Which intravascular access should we use in patients with suspected/confirmed COVID-19? Resuscitation. 2020; 151: 8–9, doi: [10.1016/j.resuscitation.2020.04.014](https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.04.014), indexed in Pubmed: 32304800.
- Dziewiatkowski T, Szarpak L, Filipiak KJ, et al. COVID-19 challenge for modern medicine. *Cardiol J*. 2020; 27(2): 175–183, doi: [10.5603/CJ.a2020.0055](https://doi.org/10.5603/CJ.a2020.0055), indexed in Pubmed: 32286679.
- Ruetzler K, Szarpak L, Filipiak K, et al. The COVID-19 pandemic — a view of the current state of the problem. *Disaster Emerg Med J*. 2020; 5(2): 106–107, doi: [10.5603/demj.a2020.0015](https://doi.org/10.5603/demj.a2020.0015).

18. Jacobs I, Nadkarni V, Bahr J, et al. International Liaison Committee on Resuscitation, American Heart Association, European Resuscitation Council, Australian Resuscitation Council, New Zealand Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Councils of Southern Africa, ILCOR Task Force on Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation Outcomes. Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation outcome reports: update and simplification of the Utstein templates for resuscitation registries: a statement for healthcare professionals from a task force of the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, European Resuscitation Council, Australian Resuscitation Council, New Zealand Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Councils of Southern Africa). *Circulation*. 2004; 110(21): 3385–3397, doi: [10.1161/01.CIR.0000147236.85306.15](https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000147236.85306.15), indexed in Pubmed: [15557386](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15557386/).
19. Baldi E, Sechi GM, Mare C, et al. Out-of-hospital cardiac arrest during the COVID-19 outbreak in Italy. *N Engl J Med*. 2020; 383(5): 496–498, doi: [10.1056/NEJMc2010418](https://doi.org/10.1056/NEJMc2010418), indexed in Pubmed: [32348640](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32348640/).
20. 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, doi: [10.1016/j.resuscitation.2020.04.005](https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.04.005), indexed in Pubmed: [32283117](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32283117/).
21. Marijon E, Karam N, Jost D, et al. Out-of-hospital cardiac arrest during the COVID-19 pandemic in Paris, France: a population-based, observational study. *Lancet Public Health*. 2020; 5(8): e437–e443, doi: [10.1016/S2468-2667\(20\)30117-1](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(20)30117-1), indexed in Pubmed: [32473113](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32473113/).
22. Pranata R, Lim MA, Yonas E, et al. Out-of-hospital cardiac arrest prognosis during the COVID-19 pandemic. *Intern Emerg Med*. 2020; 15(5): 875–877, doi: [10.1007/s11739-020-02428-7](https://doi.org/10.1007/s11739-020-02428-7), indexed in Pubmed: [32647947](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32647947/).
23. Bhatla A, Mayer MM, Adusumalli S, et al. COVID-19 and cardiac arrhythmias. *Heart Rhythm*. 2020; 17(9): 1439–1444, doi: [10.1016/j.hrthm.2020.06.016](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2020.06.016), indexed in Pubmed: [32585191](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32585191/).
24. Wibrandt I, Norsted K, Schmidt H, et al. Predictors for outcome among cardiac arrest patients: the importance of initial cardiac arrest rhythm versus time to return of spontaneous circulation, a retrospective cohort study. *BMC Emerg Med*. 2015; 15: 3, doi: [10.1186/s12873-015-0028-3](https://doi.org/10.1186/s12873-015-0028-3), indexed in Pubmed: [25648841](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25648841/).
25. Sasson C, Rogers MAM, Dahl J, et al. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2010; 3(1): 63–81, doi: [10.1161/CIRCOUTCOMES.109.889576](https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.109.889576), indexed in Pubmed: [20123673](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20123673/).
26. Shimamoto T, Kiyohara K, Matsuyama T, et al. Impact of bystander cardiopulmonary resuscitation and dispatcher assistance on survival after out-of-hospital cardiac arrest among adult patients by location of arrest. *Int Heart J*. 2020; 61(1): 46–53, doi: [10.1536/ihj.19-301](https://doi.org/10.1536/ihj.19-301), indexed in Pubmed: [31956145](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31956145/).
27. Lukić A, Lulić I, Lulić D, et al. Analysis of out-of-hospital cardiac arrest in Croatia - survival, bystander cardiopulmonary resuscitation, and impact of physician's experience on cardiac arrest management: a single center observational study. *Croat Med J*. 2016; 57(6): 591–600, doi: [10.3325/cmj.2016.57.591](https://doi.org/10.3325/cmj.2016.57.591), indexed in Pubmed: [28051284](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28051284/).
28. Goto Y, Maeda T, Goto Y. Impact of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation on neurological outcomes in children with out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *J Am Heart Assoc*. 2014; 3(3): e000499, doi: [10.1161/JAHA.113.000499](https://doi.org/10.1161/JAHA.113.000499), indexed in Pubmed: [24785780](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24785780/).



Article

# Impact of Coronavirus Disease 2019 on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Rate: A Systematic Review with Meta-Analysis

Magdalena J. Borkowska<sup>1</sup>, Miłosz J. Jaguszewski<sup>2</sup> , Mariusz Koda<sup>1,3</sup> , Aleksandra Gasecka<sup>4,\*</sup> , Agnieszka Szarpak<sup>5</sup>, Natasza Gilis-Malinowska<sup>2</sup>, Kamil Safiejko<sup>1</sup>, Lukasz Szarpak<sup>1,6</sup> , Krzysztof J. Filipiak<sup>3</sup> and Jacek Smereka<sup>6,7</sup>

<sup>1</sup> Department of Research Outcomes, Maria Skłodowska-Curie Białystok Oncology Centre, 15-027 Białystok, Poland; ptnk.kontakt@gmail.com (M.J.B.); kodamar2@gmail.com (M.K.); ksafiejko@onkologia.bialystok.p (K.S.); l.szarpak@fmcgroup.org (L.S.)

<sup>2</sup> 1st Department of Cardiology, Medical University of Gdansk, 80-952 Gdansk, Poland; mjaguszewski@gumed.edu.pl (M.J.J.); tasza.gilis@gmail.com (N.G.-M.)

<sup>3</sup> Department of General Pathomorphology, Medical University of Białystok, 15-089 Białystok, Poland; krzysztof.filipiak@wum.edu.pl

<sup>4</sup> 1st Chair and Department of Cardiology, Medical University of Warsaw, 02-097 Warsaw, Poland

<sup>5</sup> Department of Research Outcomes, Maria Skłodowska-Curie Medical Academy in Warsaw, 03-411 Warsaw, Poland; agnieszkaszarpak2019@gmail.com

<sup>6</sup> Department of Research Outcomes, Polish Society of Disaster Medicine, 05-090 Raszyn, Poland; jacek.smereka@umed.wroc.pl

<sup>7</sup> Department of Emergency Medical Service, Wrocław Medical University, 50-367 Wrocław, Poland

\* Correspondence: aleksandra.gasecka@wum.edu.pl



**Citation:** Borkowska, M.J.; Jaguszewski, M.J.; Koda, M.; Gasecka, A.; Szarpak, A.; Gilis-Malinowska, N.; Safiejko, K.; Szarpak, L.; Filipiak, K.J.; Smereka, J. Impact of Coronavirus Disease 2019 on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Rate: A Systematic Review with Meta-Analysis. *J. Clin. Med.* **2021**, *10*, 1209. <https://doi.org/10.3390/jcm10061209>

Academic Editor: John G. Kellett

Received: 6 February 2021

Accepted: 10 March 2021

Published: 15 March 2021

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** Out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) is a challenge for medical staff, especially in the COVID-19 period. The COVID-19 disease caused by the SARS-CoV-2 coronavirus is highly infectious, thus requiring additional measures during cardiopulmonary resuscitation (CPR). Since CPR is a highly aerosol-generating procedure, it carries a substantial risk of viral transmission. We hypothesized that patients with diagnosed or suspected COVID-19 might have worse outcomes following OHCA outcomes compared to non-COVID-19 patients. To raise awareness of this potential problem, we performed a systematic review and meta-analysis of studies that reported OHCA in the pandemic period, comparing COVID-19 suspected or diagnosed patients vs. COVID-19 not suspected or diagnosed group. The primary outcome was survival to hospital discharge (SHD). Secondary outcomes were the return of spontaneous circulation (ROSC), survival to hospital admission or survival with favorable neurological outcomes. Data including 4210 patients included in five studies were analyzed. SHD in COVID-19 and non-COVID-19 patients were 0.5% and 2.6%, respectively (odds ratio, OR = 0.25; 95% confidence interval, CI: 0.12, 0.53;  $p < 0.001$ ). Bystander CPR rate was comparable in the COVID-19 vs. not COVID-19 group (OR = 0.88; 95% CI: 0.63, 1.22;  $p = 0.43$ ). Shockable rhythms were observed in 5.7% in COVID-19 patients compared with 37.4% in the non-COVID-19 group (OR = 0.19; 95% CI: 0.04, 0.96;  $p = 0.04$ ;  $I^2 = 95\%$ ). ROSC in the COVID-19 and non-COVID-19 patients were 13.3% vs. 26.5%, respectively (OR = 0.67; 95% CI: 0.55, 0.81;  $p < 0.001$ ). SHD with favorable neurological outcome was observed in 0% in COVID-19 vs. 3.1% in non-COVID-19 patients (OR = 1.35; 95% CI: 0.07, 26.19;  $p = 0.84$ ). Our meta-analysis suggests that suspected or diagnosed COVID-19 reduces the SHD rate after OHCA, which seems to be due to the lower rate of shockable rhythms in COVID-19 patients, but not due to reluctance to bystander CPR. Future trials are needed to confirm these preliminary results and determine the optimal procedures to increase survival after OHCA in COVID-19 patients.

**Keywords:** out-of-hospital cardiac arrest; cardiopulmonary resuscitation; COVID-19; SARS-CoV-2; outcome; survival rate; systematic review; meta-analysis



## 1. Introduction

Sudden cardiac arrest (SCA) is a challenge for medical staff in both the prehospital and hospital settings and requires immediate cardiopulmonary resuscitation (CPR) [1]. Nearly 300,000 cases of out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) are recorded annually in North America, and this number is close to 250,000 in Europe [2–5]. The OHCA survival rate ranges from 8% to 12%. However, this range applies to patients in whom SCA occurred in the presence of emergency medical service (EMS) teams, facilitating resuscitation measures immediately after the diagnosis of OHCA [6].

For almost a year, the world has been struggling with the pandemic of the new coronavirus SARS-CoV-2, which causes the highly contagious disease COVID-19 [7]. The drip route, bioaerosols and direct contact with contaminated surfaces are the most common routes of SARS-CoV-2 transmission [8]. As of 19 February 2021, 110,349,428 cases of COVID-19 infection have been reported worldwide, with a mortality rate of 2.2% [9]. There is accumulating evidence that SARS-CoV-2 infection leads to endothelial damage and causes microvascular thrombosis, which increases the risk of SCA and impairs patient prognosis [10–12]. SARS-CoV-2 may also indirectly affect SCA outcomes by altering the capacity of the community and EMS teams to respond to OHCA, as exemplified by numerous studies indicating extended EMS travel time in the COVID-19 period compared to the pre-COVID-19 period [13,14]. We hypothesized that the reluctance to bystander CPR deteriorates OHCA outcomes in the COVID-19 patients. To raise awareness of this potential problem, we performed a systematic review and meta-analysis of studies that reported OHCA in the pandemic period, comparing COVID-19 suspected or diagnosed patients vs. COVID-19 not suspected or diagnosed group.

## 2. Materials and Methods

This systematic review and meta-analysis was performed following Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-analysis (PRISMA) guidelines [15] and with Meta-analysis of Observational Studies in Epidemiology (MOOSE) statement [16].

### 2.1. Search Strategy

Two investigators (M.J.B. and L.S.) independently searched for published clinical trials or observational studies indexed in MEDLINE, EMBASE, Web of Science, Scopus and the Cochrane databases from inception to 19 February 2021 using the following terms: “out-of-hospital cardiac arrest” OR “OHCA” OR “cardiac arrest” AND “survival” OR “mortality” AND “SARS-CoV-2” OR “COVID-19”. We limited the search to English-language studies. A manual search for additional pertinent studies and review articles using references from the retrieved articles was also completed.

### 2.2. Inclusion Criteria and Exclusion Criteria

The PECOS strategy, consisting of patient, exposure, comparison and outcome, was used as a tool to ensure focused clinical questions [17]. The prespecified criteria for studies included in the meta-analysis were original papers of randomized controlled trials (RCTs) or cohort studies of (P) participants, adult patients with out-of-hospital cardiac arrest; (E) COVID-19 suspected or diagnosed patients; (C) COVID-19 not suspected or diagnosed patients; (O) outcomes, detailed information for survival, return of spontaneous circulation and length of hospital stay; (S) study design, observational studies comparing resuscitation effects in patients with cardiac arrest. Studies were excluded if they were reviews, case reports, conference or poster abstracts or articles not containing original data or comparator group.

### 2.3. Data Extraction

The titles and abstracts were screened for relevance by 2 authors (L.S. and J.S.) independently; if differences were found, they were discussed until a consensus was reached. The manuscripts of selected titles/abstracts were assessed for inclusion, and the authors

were contacted if further information was required. Using the selection criteria enlisted above, the three reviewers (M.J.B., L.S. and J.S.) independently identified the papers to be included and excluded, and data from the included papers were extracted using predefined extraction flow sheets. The following information was extracted: authors, year of publication, study design, COVID-19 characteristics, number of participants, mean age of participants, prehospital resuscitation characteristics (Table 1).

The primary endpoint was survival to hospital discharge (SHD). Secondary outcomes included advanced life support (ALS) implementation in prehospital care, prehospital ROSC, and survival to hospital admission or survival with favorable neurologic.

#### 2.4. Quality Assessment

Two reviewers (M.J.B. and L.S.) independently extracted individual study data and evaluated studies for risk of bias using a previously piloted standardized form and the Newcastle–Ottawa scale [18]. The three major domains of quality of a study covered by this tool were the selection of participants, comparability of cohorts and outcome assessment. Any disagreement was resolved by discussion with a third investigator (J.S.).

#### 2.5. Statistical Analysis

Statistical analysis was performed with Review Manager (RevMan) software, version 5.4 (Cochrane Collaboration, Oxford, UK). The Mantel-Haenszel method was used to analyze dichotomous outcomes, and results were reported as odds ratio (ORs). For continuous measures (procedure time), we calculated the mean differences (MD). A random-effect model was applied to analyze the data. Results are presented as odds ratios (ORs) with 95% confidence intervals (CI) for dichotomous measures. When the continuous outcome was reported in a study as median, range and interquartile range, we estimated means and standard deviations using the formula described by Hozo et al. [19]. We quantified heterogeneity in each analysis by the tau-squared and I-squared statistics. Heterogeneity was detected with the chi-squared test with  $n - 1$  degree of freedom, which was expressed as  $I^2$ . Values of  $I^2 > 50\%$  and  $>75\%$  were considered to indicate moderate and significant heterogeneity among studies, respectively. A  $p$ -value less than 0.05 was judged to be statistically significant.

#### 2.6. Role of the Funding Source

This study was not supported by any funding source. The corresponding author had full access to all the data and had the final decision to submit it for publication.

**Table 1.** Characteristics between COVID-19 and non-COVID-19 patients in the included studies.

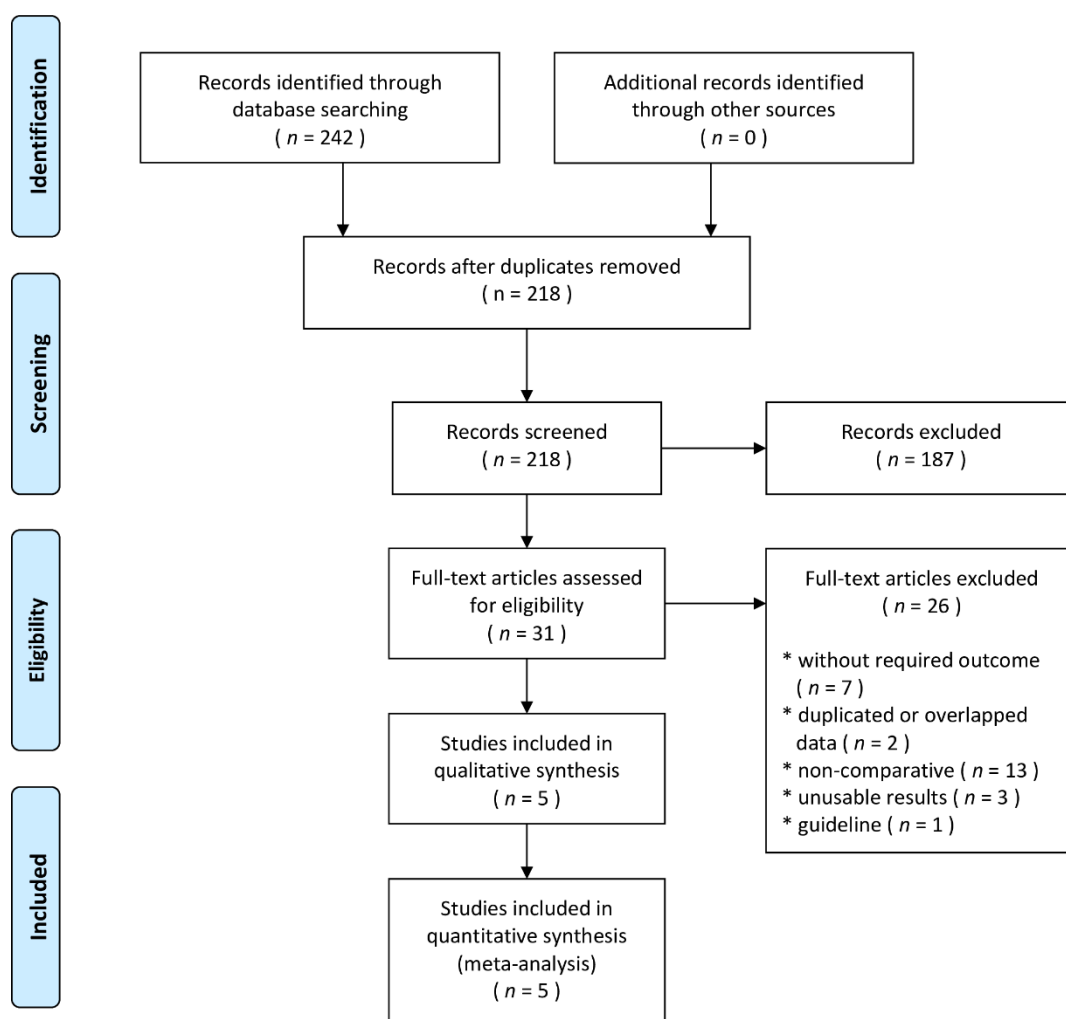
Study	Country	Study Design	COVID-19 Status	Number of Patients	Age, Years (Mean ± SD)	Sex (Male), No./Total (%)	Bystander Witnessed No./Total (%)	Bystander CPR No./Total (%)	Shockable Initial Rhythm No./Total (%)	Time from Call to Arrival (Mean ± SD)	Survival to Discharge No./Total (%)	NOS Score
Baert et al. 2020 [20]	France	Multi-centre retrospective study	COVID-19	197	67 ± 18	117/197 (59.4)	126/197 (64.0)	99/197 (50.3)	8/197 (4.1)	25 ± 22	0/192 (0.0)	Fair
			Non-COVID-19	808	69 ± 16	559/808 (69.2)	522/808 (64.6)	401/808 (49.6)	79/806 (9.8)	23 ± 17	26/745 (3.5)	
Baldi et al. 2020 [21]	Italy	Single-centre retrospective study	COVID-19	125	77 ± 2.3	83/125 (66.4)	25/125 (20)	13/125 (9.6)	8/125 (9.1)	16.6 ± 1.7	2/125 (2.3)	Fair
			Non-COVID-19	365	76.8 ± 2.8	238/365 (65.2)	33/365 (9.0)	76/365 (39.2)	28/365 (12.4)	14.5 ± 1.3	14/365 (6.2)	
Cho et al. 2020 [22]	Republic of Korea	Multi-centre retrospective study	COVID-19	10	73.3 ± 4.3	4/10 (40.0)	10/10 (100)	1/10 (10.0)	0/10 (0)	24.5 ± 4.6	0/10 (0)	Good
			Non-COVID-19	161	72.3 ± 3.2	104/161 (64.6)	120/161 (74.5)	57/161 (35.4)	15/161 (9.3)	19.5 ± 1.7	8/161 (5.0)	
Fothergill et al. 2021 [23]	UK	Single-centre retrospective study	COVID-19	766	70 ± 18	468 (61.2)	216/393 (55.0)	257/393 (65.4)	24/393 (6.2)	11 ± 1.8	4/764 (0.5)	Good
			Non-COVID-19	2356	71 ± 19	1371 (58.3)	390/742 (52.6)	461/742 (62.1)	144/742 (19.5)	9.7 ± 1.3	45/2331 (1.9)	
Sultanian et al. 2021 [24]	Sweden	Observational registry-based study	COVID-19	88	66.5 ± 18.4	59 (67.0)	37 (42.0)	48 (54.5)	6 (6.8)	11.8 ± 2.2	0 (0.0)	Good
			Non-COVID-19	334	70.6 ± 16.4	241 (72.2)	158 (47.3)	188 (56.3)	63 (18.9)	13 ± 2.3	9 (2.7)	

Legend: CPR = Cardiopulmonary resuscitation; NS = Not specified; OHCA = out-of-hospital cardiac arrest; SD = Standard deviation; NOS = Newcastle-Ottawa Scale.

### 3. Results

#### 3.1. Study Characteristics

According to the search strategy, a total of 242 related studies were retrieved. After removing duplicate studies and excluding irrelevant titles or articles, 29 articles remained. After detailed examination, five studies (4210 patients) were included in the final analysis [20–24]. The flow chart summarizing the process of study selection is shown in Figure 1. All studies were retrospective studies. Of the five studies, there was one from each of the following countries: France [20], Italy [21], Republic of Korea [22], UK [23] and Sweden [24]. Three studies were based on national registries [20,22,24] and two were regional studies conducted in the Province of Lombardia [21] and in London [23]. Three studies were published in 2020 [20–22] and two in 2021 [23,24].



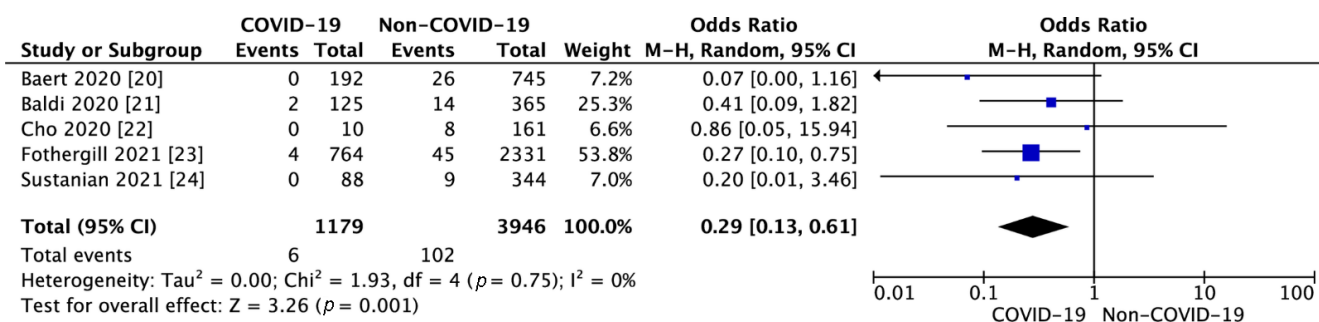
**Figure 1.** Flow diagram showing stages of database searching and study selection as per Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-analysis (PRISMA) guideline.

The principal features of the included studies are displayed in Table 1. Detailed characteristics of the studies included in the meta-analysis are presented in the Table S1. All studies included patients with OHCA of medical origin, attended by EMS. The mean age of patients included in the studies ranged from  $67 \pm 18$  to  $77 \pm 2.3$  years (Figure S1). The majority of patients included in the studies were male, except for the Korean study, where 60% of patients suffering from OHCA in the COVID-19 period were women (Figure S2, Supplementary File). There were substantial differences between the studies regarding the percentage of witnessed OHCA, from 64% in the French study to 9–10% in the Italian

study. Moreover, the percentage of bystander CPR differed and ranged from over 60% in all patients in the UK study to only 10% in the COVID-19 patients in the Korean and Italian study. In the non-COVID-19 group, the shockable initial rhythm was observed in 22.8% in the Sweden study, 20% in the UK study and about 10% in other studies. On the contrary, shockable rhythm was observed in 0-10% of COVID-19 patients only, depending on the study. The mean time from call to arrival differed from about 10 min in the UK study to about 20–25 min in the French and Korean studies. Regardless of the differences in geographical setting and baseline characteristics, there were no significant differences in the age, gender ratio, witnessed OHCA or bystander CPR in COVID-19 vs. non-COVID-19 group (Figures S1 and S2). All studies consistently found lower survival to discharge rate in COVID-19 patients, compared to non-COVID-19 patients (Table 1).

### 3.2. OHCA Outcomes

Five studies reported survival to hospital discharge [20–24]. SHD in the COVID-19 group was 0.5% and was significantly lower than in the non-COVID-19 group (2.6%; OR = 0.25; 95% CI: 0.12, 0.55;  $p < 0.001$ ;  $I^2 = 0\%$ ; Figure 2).



**Figure 2.** Forest plot of survival to hospital discharge in COVID-19 and non-COVID-19 group. The center of each square represents the weighted odds ratios for individual trials, and the corresponding horizontal line stands for a 95% confidence interval. The diamonds represent pooled results.

ROSC was reported in five studies and was 13.3% for COVID-19 group compared to 26.5% for non-COVID-19 group (OR = 0.67; 95% CI: 0.55, 0.81;  $p < 0.001$ ;  $I^2 = 20\%$ ).

SHD with favorable neurological was reported in one study [22] and amounted to 0% in the COVID-19 patients vs. 3.1% in the non-COVID-19 group (OR = 1.35; 95% CI: 0.07, 26.19;  $p = 0.84$ ). A detailed summary of the survival outcomes is presented in Table 2.

**Table 2.** Survival outcomes in included studies.

Parameter	No. of Studies	Cases in COVID-19 Suspected or Diagnosed Group	Cases in COVID-19 Not Suspected or Diagnosed Group	OR (95% CI)	p Value	I <sup>2</sup> Statistics
Death in the field	2	401/518 (77.4%)	650/1107 (58.7%)	2.02 (0.83, 4.92)	0.001	92%
Transport with ongoing CPR	1	11/125 (8.8%)	23/365 (6.3%)	1.43 (0.68, 3.03)	0.34	NA
ROSC	5	108/812 (13.3%)	637/2405 (26.5%)	0.67 (0.55, 0.81)	<0.001	20%
Survival to hospital admission	3	41/528 (7.8%)	207/1268 (16.3%)	0.54 (0.19, 1.52)	0.008	70%
Favourable neurological outcome at discharge	1	0/10 (0%)	5/161 (3.1%)	1.35 (0.07, 26.19)	0.84	NA

Legend: CI = Confidence interval; CPR = Cardiopulmonary resuscitation; OR = Odds ratio; ROSC = Return of spontaneous circulation.

### 3.3. Cardiopulmonary Resuscitation Parameters

Cardiac arrest was witnessed by bystanders in 52.6% in COVID-19 group compared to 54.9% in not COVID-19 group (OR = 0.99; 95% CI: 0.84, 1.17;  $p = 0.93$ ;  $I^2 = 5\%$ ; Figure S3).

Bystander CPR application was reported in five studies and obtained 51.4% vs. 49.1%, respectively, for COVID-19 and non-COVID-19 patients (OR = 0.88; 95% CI: 0.63, 1.22;  $p = 0.43$ ;  $I^2 = 60\%$ ; Figure S4).

ALS implementation towards patients with OHCA in with and without suspicion or diagnosis was reported in two articles and amounted to 49.7% vs. 55.8% respectively (OR = 0.87; 95% CI: 0.66, 1.13;  $p = 0.29$ ;  $I^2 = 0\%$ ; Figure S5).

Shockable rhythms were observed in 5.7% in COVID-19 patients compared with 37.4% in non-COVID-19 group (OR = 0.19; 95% CI: 0.04, 0.96;  $p = 0.04$ ;  $I^2 = 95\%$ ; Figure S6).

In turn, studies showing the frequency of use mechanical chest compression devices in prehospital care varied and amounted to 6.7% for COVID-19 patients compared with 25.5% for non-COVID-19 patients (OR = 0.72; 95% CI: 0.25, 2.09;  $p = 0.54$ ;  $I^2 = 0\%$ ; Figure S7).

#### 4. Discussion

In this meta-analysis of five studies including 4210 adult patients with OHCA in the COVID-19 period, we found that the rates of ROSC and SHD in suspected or confirmed COVID-19 patients were significantly lower than in the non-COVID-19 patients (0.6% vs. 3.8%). In addition, COVID-19 had a substantially lower rate of initial shockable rhythms compared to non-COVID-19 patients (37.4% vs. 5.7%). On the contrary, the rate of bystander CPR and ALS implementation was comparable in both groups.

The increase in mortality might hypothetically be for two reasons. First, COVID-19 has changed the risk–benefit balance for CPR. Since CPR is a highly aerosol-generating procedure, it carries a substantial risk of viral transmission [25]. Hence, it should be done with full personal protective equipment (PPE) [26–28], which remains challenging for clinicians. To support this, several studies showed the negative influence of PPE on rescuer comfort and ability to carry out CPR [29–31]. In addition, it could be hypothesized that the risk of viral transmission might discourage bystander CPR. However, our data do not support this hypothesis, since the rate of CPR was comparable in COVID-19 and non-COVID-19 patients.

Second, the increase in mortality might relate to a comparison of two different diseases. In non-COVID-19 patients, OHCAs are mainly caused by ischemic heart disease, while in COVID-19 patients, additional factors, including hypoxia, myocarditis, pulmonary embolism, microvascular thrombosis and endothelial dysfunction play a role [32–34]. This explanation is supported by the substantial difference in the frequency of shockable rhythms between COVID-19 and non-COVID-19 patients [35,36]. Noteworthy, SARS-CoV-2 infection increased the incidence of OHCA [14,37]. Concurrently, the severe course of COVID-19 infection leading to cardiac arrest probably has high mortality in itself [38–41], indicating that patients with ROSC have to survive both the usual SCA complications and the COVID-19 disease [42,43]. Based on our data, the reduced SHD of patients with COVID-19 following OHCA seems to result rather from the COVID-19 disease than from the worse CPR quality delivered by bystanders or EMS.

#### 5. Strengths and Limitations

Our analysis has several limitations. First, it is based on only five studies that differed regarding geographical setting and baseline characteristics, which might have been a source of bias. Second, we were unable to access individual patient data, so the potential influences of comorbidities (age, diabetes, length of COVID-19 symptoms), cardiovascular medications and other parameters may be underestimated. Third, based on the design of studies included in this meta-analysis, we had to combine the suspected and confirmed patients of COVID-19, which limits the ability of our study to truly compare outcomes between COVID-19 vs. non-COVID-19 patients. Finally, we could not include in our analysis data on no flow- and low flow-time, which are important prognostic parameters in OHCA, because these times were not available in the source articles.

The study also has strengths. We performed a systematic review according to Cochrane's methodology. To the best of our knowledge, this was the first meta-analysis focused on

OHCA in the pandemic period comparing COVID-19 suspected or diagnosed patients to non-COVID-19 patients. Previous studies analyzed the first months of the pandemic with the corresponding periods in the years preceding the pandemic [38–41], making them more prone to bias. In contrast, this meta-analysis was based on the analysis of the incidence of OHCA during the COVID-19 pandemic, increasing the reliability of the results.

## 6. Conclusions

In conclusion, available evidence from the present meta-analysis suggests that the co-existing suspected or confirmed COVID-19 in the case of OHCA reduces SHD and ROSC, which is likely due to the initially more severe state of the suspected or confirmed COVID-19 patients, as indicated by the lower rate of shockable rhythms, and not due to the lower frequency of bystander CPR and ALS implementation.

**Supplementary Materials:** The following are available online at <https://www.mdpi.com/2077-0383/10/6/1209/s1>, Table S1. Methodology characteristics of included studies; Figure S1. Forest plot of patients age in COVID-19 vs. non-COVID-19 group; Figure S2. Forest plot of patients' sex (male) in COVID-19 vs. non-COVID-19 group; Figure S3. Forest plot of bystander witnessed in COVID-19 vs. non-COVID-19 group; Figure S4. Forest plot of bystander cardiopulmonary resuscitation in COVID-19 vs. non-COVID-19 group; Figure S5. Forest plot of advanced life support implementation in COVID-19 vs. non-COVID-19 group; Figure S6. Forest plot of first recorded cardiac rhythm in COVID-19 vs. non-COVID-19 group; Figure S7. Forest plot of mechanical chest compression devices application in COVID-19 vs. non-COVID-19 group.

**Author Contributions:** Conceptualization, M.J.B., L.S.; methodology, M.J.B. and L.S.; software, L.S.; validation, L.S., M.K., M.J.J.; formal analysis, L.S., M.J.J.; investigation, M.J.B., L.S., A.G., A.S.; resources, N.G.-M., L.S.; data curation, L.S.; writing—original draft preparation, M.J.B., A.G., L.S.; visualization, K.S., J.S.; supervision, L.S., K.J.F., J.S.; project administration, L.S. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research received no external funding.

**Institutional Review Board Statement:** Not applicable.

**Informed Consent Statement:** Not applicable.

**Data Availability Statement:** Not applicable.

**Acknowledgments:** The study was supported by the ERC Research Net and by the Polish Society of Disaster Medicine.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

1. De Vreede-Swagemakers, J.J.; Gorgels, A.P.; Dubois-Arbouw, W.I.; van Ree, J.W.; Daemen, M.J.; Houben, L.G.; Wellens, H.J. Out-of-hospital cardiac arrest in the 1990's: A population-based study in the Maastricht area on incidence, characteristics and survival. *J. Am. Coll. Cardiol.* **1997**, *30*, 1500–1505. [[CrossRef](#)]
2. Gräsner, J.T.; Herlitz, J.; Koster, R.W.; Rosell-Ortiz, F.; Stamakis, L.; Bossaert, L. Quality management in resuscitation—towards a European cardiac arrest registry (EuReCa). *Resuscitation* **2011**, *82*, 989–994. [[CrossRef](#)]
3. Malysz, M.; Dabrowski, M.; Böttiger, B.W.; Smereka, J.; Kulak, K.; Szarpak, A.; Jaguszewski, M.; Filipiak, K.J.; Ladny, J.R.; Ruetzler, K.; et al. Resuscitation of the patient with suspected/confirmed COVID-19 when wearing personal protective equipment: A randomized multicenter crossover simulation trial. *Cardiol. J.* **2020**, *27*, 497–506. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
4. Wren, C. Sudden death in children and adolescents. *Heart* **2002**, *88*, 426–431. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Berdowski, J.; Berg, R.A.; Tijssen, J.G.; Koster, R.W. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: A systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation* **2010**, *81*, 1479–1487. [[CrossRef](#)]
6. Tunstall-Pedoe, H.; Bailey, L.; Chamberlain, D.A.; Marsden, A.K.; Ward, M.E.; Zideman, D.A. Survey of 3765 cardiopulmonary resuscitations in British hospitals (the BRESUS Study): Methods and overall results. *BMJ* **1992**, *304*, 1347–1351. [[CrossRef](#)]
7. Dzieciatkowski, T.; Szarpak, L.; Filipiak, K.J.; Jaguszewski, M.; Ladny, J.R.; Smereka, J. COVID-19 challenge for modern medicine. *Cardiol. J.* **2020**, *27*, 175–183. [[CrossRef](#)]
8. Szarpak, L.; Ruetzler, K.; Dabrowski, M.; Nadolny, K.; Ladny, J.R.; Smereka, J.; Jaguszewski, M.; Filipiak, K.J. Dilemmas in resuscitation of COVID-19 patients based on current evidence. *Cardiol. J.* **2020**, *27*, 327–328. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

9. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU). Available online: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> (accessed on 19 February 2021).
10. Jaguszewski, M.J.; Szarpak, L.; Filipiak, K.J. Impact of COVID-19 pandemic on out-of-hospital cardiac arrest survival rate. *Resuscitation* **2020**, *159*, 40–41. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
11. Gąsecka, A.; Borovac, J.A.; Guerreiro, R.A.; Giustozzi, M.; Parker, W.; Caldeira, D.; Chiva-Blanch, G. Thrombotic Complications in Patients with COVID-19: Pathophysiological Mechanisms, Diagnosis, and Treatment. *Cardiovasc. Drugs Ther.* **2020**, 1–15. [[CrossRef](#)]
12. Gąsecka, A.; Filipiak, K.J.; Jaguszewski, M.J. Impaired microcirculation function in COVID-19 and implications for potential therapies. *Cardiol. J.* **2020**, *27*, 485–488. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Lai, P.H.; Lancet, E.A.; Weiden, M.D.; Webber, M.P.; Zeig-Owens, R.; Hall, C.B.; Prezant, D.J. Characteristics Associated With Out-of-Hospital Cardiac Arrests and Resuscitations During the Novel Coronavirus Disease 2019 Pandemic in New York City. *JAMA Cardiol.* **2020**, *5*, 1154–1163. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Marijon, E.; Karam, N.; Jost, D.; Perrot, D.; Frattini, B.; Derkenne, C.; Waldmann, V.; Beganton, F.; Narayanan, K. Out-of-hospital cardiac arrest during the COVID-19 pandemic in Paris, France: A population-based, observational study. *Lancet Public Health* **2020**, *5*, e437–e443. [[CrossRef](#)]
15. Moher, D.; Shamseer, L.; Clarke, M.; Ghersi, D.; Liberati, A.; Petticrew, M.; Shekelle, P.; Stewart, L.A.; PRISMA-P Group. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst. Rev.* **2015**, *4*, 1. [[CrossRef](#)]
16. Stroup, D.F.; Berlin, J.A.; Morton, S.C.; Olkin, I.; Williamson, G.D.; Rennie, D.; Moher, D.; Becker, B.J.; Sipe, T.A.; Thacker, S.B. Meta-analysis of observational studies in epidemiology: A proposal for reporting. Meta-analysis Of Observational Studies in Epidemiology (MOOSE) group. *JAMA* **2000**, *283*, 2008–2012. [[CrossRef](#)]
17. Morgan, R.L.; Whaley, P.; Thayer, K.A.; Schünemann, H.J. Identifying the PECO: A framework for formulating good questions to explore the association of environmental and other exposures with health outcomes. *Environ. Int.* **2018**, *121*, 1027–1031. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
18. Wan, X.; Wang, W.; Liu, J.; Tong, T. Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range. *BMC Med. Res. Methodol.* **2014**, *14*, 135. [[CrossRef](#)]
19. Hozo, S.P.; Djulbegovic, B.; Hozo, I. Estimating the mean and variance from the median, range, and the size of a sample. *BMC Med. Res. Methodol.* **2005**, *5*, 13. [[CrossRef](#)]
20. Baert, V.; Jaeger, D.; Hubert, H.; Lascarrou, J.B.; Debaty, G.; Chouihed, T.; Javaudin, F.; on Behalf of the GR-RéAC. Assessment of changes in cardiopulmonary resuscitation practices and outcomes on 1005 victims of out-of-hospital cardiac arrest during the COVID-19 outbreak: A registry-based study. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* **2020**, *28*, 119. [[CrossRef](#)]
21. Baldi, E.; Sechi, G.M.; Mare, C.; Canevari, F.; Brancaglione, A.; Primi, R.; Klersy, C.; Palo, A.; Contri, E.; Ronchi, V.; et al. COVID-19 kills at home: The close relationship between the epidemic and the increase of out-of-hospital cardiac arrests. *Eur. Heart J.* **2020**, *41*, 3045–3054. [[CrossRef](#)]
22. Cho, J.W.; Jung, H.; Lie, M.J.; Lee, S.H.; Lee, S.H.; Mun, Y.H.; Chung, H.; Kim, Y.H.; Kim, G.M.; Park, S.; et al. Preparedness of personal protective equipment and implementation of new CPR strategies for patients with out-of-hospital cardiac arrest in the COVID-19 era. *Resusc. Plus* **2020**, *3*, 100015. [[CrossRef](#)]
23. Fothergill, R.T.; Smith, A.L.; Wrigley, F.; Perkins, G.D. Out-of-Hospital Cardiac Arrest in London during the COVID-19 pandemic. *Resusc. Plus* **2021**, *5*, 100066. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
24. Sultanian, P.; Lundgren, P.; Strömsöe, A.; Aune, S.; Bergström, G.; Hagberg, E.; Hollenberg, J.; Lindqvist, J.; Djärv, T.; Castelheim, A.; et al. Cardiac arrest in COVID-19: Characteristics and outcomes of in- and out-of-hospital cardiac arrest. A report from the Swedish Registry for Cardiopulmonary Resuscitation. *Eur. Heart J.* **2021**, ehaa1067. [[CrossRef](#)]
25. Brown, E.; Chan, L.M. Should chest compressions be considered an aerosol-generating procedure? A literature review in response to recent guidelines on personal protective equipment for patients with suspected COVID-19. *Clin. Med.* **2020**, *20*, e154–e159. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Kulak, K.; Wieczorek, K.; Krupski, A.; Fajfer, Z. SARS-CoV-2 as a real threat for healthcare workers. *Disaster Emerg. Med. J.* **2020**, *5*, 110–111. [[CrossRef](#)]
27. Nolan, J.P.; Monsieurs, K.G.; Bossaert, L.; Böttiger, B.W.; Greif, R.; Lott, C.; Madar, J.; Olasveengen, T.M.; Roehr, C.C.; Semeraro, F.; et al. European Resuscitation Council COVID-19 guidelines executive summary. *Resuscitation* **2020**, *153*, 45–55. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
28. Edelson, D.P.; Sasson, C.; Chan, P.S.; Atkins, D.L.; Aziz, K.; Becker, L.B.; Berg, R.A.; Bradley, S.M.; Brooks, S.C.; Cheng, A.; et al. 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. [[CrossRef](#)]
29. Smereka, J.; Szarpak, L. COVID 19 a challenge for emergency medicine and every health care professional. *Am. J. Emerg. Med.* **2020**, *38*, 2232–2233. [[CrossRef](#)]
30. Ruetzler, K.; Smereka, J.; Ludwin, K.; Drozd, A.; Szarpak, L. Respiratory protection among healthcare workers during cardiopulmonary resuscitation in COVID-19 patients. *Am. J. Emerg. Med.* **2021**, *39*, 233–234. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]



31. Ludwin, K.; Bialka, S.; Czyzewski, L.; Smereka, J.; Dabrowski, M.; Dabrowska, A.; Ladny, J.R.; Ruetzler, K.; Szarpak, L. Video laryngoscopy for endotracheal intubation of adult patients with suspected/confirmed COVID-19. A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Disaster Emerg. Med. J.* **2020**, *5*, 85–97. [[CrossRef](#)]
32. Renzi, S.; Landoni, G.; Zangrillo, A.; Ciceri, F. MicroCLOTS pathophysiology in COVID 19. *Korean J. Intern. Med.* **2020**. [[CrossRef](#)]
33. Zhang, L.; Yan, Y.; Fan, Q.; Liu, H.; Liu, X.; Liu, Z.; Zhang, Z. D-dimer levels on admission to predict in-hospital mortality in patients with Covid-19. *J. Thromb. Haemost.* **2020**, *18*, 1324–1329. [[CrossRef](#)]
34. Lindner, D.; Fitzek, A.; Bräuninger, H.; Aleshcheva, G.; Edler, C.; Meissner, K.; Scherschel, K.; Kirchhof, P.; Escher, F.; Schultheiss, H.P.; et al. Association of Cardiac Infection With SARS-CoV-2 in Confirmed COVID-19 Autopsy Cases. *JAMA Cardiol.* **2020**, *5*, 1281–1285. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
35. Topol, E.J. COVID-19 can affect the heart. *Science* **2020**, *370*, 408–409. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
36. Lorente-Ros, A.; Monteagudo Ruiz, J.M.; Rincón, L.M.; Ortega Pérez, R.; Rivas, S.; Martínez-Moya, R.; Sanromán, M.A.; Manzano, L.; Alonso, G.L.; Ibáñez, B.; et al. Myocardial injury determination improves risk stratification and predicts mortality in COVID-19 patients. *Cardiol. J.* **2020**, *27*, 489–496. [[CrossRef](#)]
37. Nickles, A.V.; Oostema, A.; Allen, J.; O'Brien, S.L.; Demel, S.L.; Reeves, M.J. Comparison of Out-of-Hospital Cardiac Arrests and Fatalities in the Metro Detroit Area During the COVID-19 Pandemic With Previous-Year Events. *JAMA Netw. Open* **2021**, *4*, e2032331. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
38. Uy-Evanado, A.; Chugh, H.S.; Sargsyan, A.; Nakamura, K.; Mariani, R.; Hadduck, K.; Salvucci, A.; Jui, J.; Chugh, S.S.; Reinier, K. Out-of-Hospital Cardiac Arrest Response and Outcomes During the COVID-19 Pandemic. *JAMA Cardiol.* **2020**. [[CrossRef](#)]
39. Elmer, J.; Okubo, M.; Guyette, F.X.; Martin-Gill, C. Indirect effects of COVID-19 on OHCA in a low prevalence region. *Resuscitation* **2020**, *156*, 282–283. [[CrossRef](#)]
40. Semeraro, F.; Gamberini, L.; Tartaglione, M.; Iarussi, B.; Descovich, C.; Picoco, C.; Gordini, G. Out-of-hospital cardiac arrest during the COVID-19 era in Bologna: System response to preserve performances. *Resuscitation* **2020**, *157*, 1–2. [[CrossRef](#)]
41. Borkowska, M.J.; Smereka, J.; Safiejko, K.; Nadolny, K.; Maslanka, M.; Filipiak, K.J.; Jaguszewski, M.J.; Szarpak, L. Out-of-hospital cardiac arrest treated by emergency medical service teams during COVID-19 pandemic: A retrospective cohort study. *Cardiol. J.* **2020**. [[CrossRef](#)]
42. Sasson, C.; Rogers, M.A.; Dahl, J.; Kellermann, A.L. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Circ. Cardiovasc. Qual. Outcomes* **2010**, *3*, 63–81. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
43. Al-Jeabory, M.; Safiejko, K.; Bialka, S.; Pruc, M.; Gasecka, A.; Szarpak, L. Impact of COVID-19 on bystander cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: Is it as bad as we think? *Cardiol. J.* **2020**, *27*, 884–885. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

# IMPACT OF CORONAVIRUS DISEASE 2019 ON THE OUT-OF-HOSPITAL CARDIAC ARREST SURVIVAL RATE: A SYSTEMATIC REVIEW WITH META-ANALYSIS

Magdalen J. Borkowska, Milosz J. Jaguszewski, Mariusz Koda, Aleksandra Gasecka, Agnieszka Szarpak, Natasza Gilis-Malinowska, Lukasz Szarpak, Richard Boyer, Krzysztof J. Filipiak, Jacek Smereka

## Supplementary File

### Content:

<b>Table S1.</b> Methodology characteristics of included studies. ....	2
<b>Figure S1.</b> Forest plot of patients age in COVID-19 vs. not COVID-19 group.....	4
<b>Figure S2.</b> Forest plot of patients' sex (male) in COVID-19 vs. not COVID-19 group.....	4
<b>Figure S3.</b> Forest plot of bystander witnessed in COVID-19 vs. not COVID-19 group.....	4
<b>Figure S4.</b> Forest plot of bystander cardiopulmonary resuscitation in COVID-19 vs. not COVID-19 group.....	5
<b>Figure S5.</b> Forest plot of advanced life support implementation in COVID-19 vs. not COVID-19 group.....	5
<b>Figure S6.</b> Forest plot of first recorded cardiac rhythm in COVID-19 vs. not COVID-19 group .....	5
<b>Figure S7.</b> Forest plot of mechanical chest compression devices application in COVID-19 vs. not COVID-19 group. ....	6

**Table S1.** Methodology characteristics of included studies.

<b>Study</b>	<b>Inclusion criteria</b>	<b>Exclusion criteria</b>	<b>Primary outcome(s)</b>	<b>Findings</b>
Baert et al. 2020	All medical OHCA according to the Utstein template.	Physical indication of death, patients with a known Do Not Attempt Resuscitation (DNAR) order, end of life patients, and traumatic drowning, overdose, asphyxia (external causes) and electrocution OHCA.	the determinants of resuscitation undertaken by bystanders (CPR initiation, type of CPR, use of a defibrillator), secondly, the description of BLS made by the first aid providers (timing, use of ventilation and defibrillator), and lastly, ALS details performed by the MMT (timing, initiation of ALS, administration of epinephrine and tracheal intubation). The other endpoints were return of spontaneous circulation (ROSC) and the survival 30 days after OHCA or at hospital discharge (D30 survival).	During the COVID-19 period, we observed a decrease in CPR initiation regardless of whether patients were suspected of SARS-CoV-2 infection or not. In the current atmosphere, it is important to communicate good resuscitation practices to avoid drastic and lasting reductions in survival rates after an OHCA.
Baldi et al. 2020	All the OHCA that occurred in these four Provinces in the southern part of the Lombardy Region, in northern Italy, in the first 100 days of epidemic following the first documented case in the Lombardy Region (February 21st , 2020 to May 30th , 2020) and those of the same time frame in 2019 (February 21st , 2019 to May 31st , 2019, to account for the leap year).	NS	NS	Compared to 2019, during the 2020 COVID-19 outbreak we observed a lower attitude of laypeople to start CPR, while resuscitation attempts by BLS and ALS staff were not influenced by suspected/confirmed infection, even at univariable analysis.
Cho et al. 2020	Patients who were aged 18 years or older with OHCA of presumed medical etiology	Patients who did not undergo resuscitative attempts and cases in which cardiac arrest	The treatment and survival outcomes (including prehospital return of spontaneous circulation and neurologic	Responses to the COVID-19 pandemic included changes to current PPE strategies and introduction of isolated resuscitation units; the latter

	and who used the EMS system in Daegu.	occurred in a primary care clinic or long-term care hospital.	outcome at discharge) after cardiac arrest.	intervention reduced the number of unexpected closures and quarantines of emergency resources early on during the COVID-19 outbreak. Given the possibility of future outbreaks, we need to have revised resuscitation strategies and the capacity to commandeer emergency resources for OHCA patients.
Fothergill et al. 2021	All OHCA patients who, during the study periods, received an EMS response from LAS (irrespective of whether a resuscitation attempt was made).	Patients who were successfully resuscitated prior to EMS arrival and so did not receive resuscitation from clinicians.	Survival at 30 days post-arrest.	During the first wave of the COVID-19 pandemic in London, we saw a dramatic rise in the incidence of OHCA, accompanied by a significant reduction in survival. The pattern of increased incidence and mortality closely reflected the rise in confirmed COVID-19 infections in the city.
Sultanian et al. 2021	All cases of OHCA and IHCA registered in the SRCR from 1 January to 20 July 2020.	NS	30-day mortality.	During the pandemic phase, COVID-19 was involved in at least 10% of all OHCA and 16% of IHCA, and, among COVID-19 cases, 30-day mortality was increased 3.4-fold in OHCA and 2.3-fold in IHCA.

Legend: ALS = Advanced Life Support; BLS = Basic Life Support; DNAR = Do Not Attempt Resuscitation; NS = Not specified; OHCA = Out-of-hospital cardiac arrest

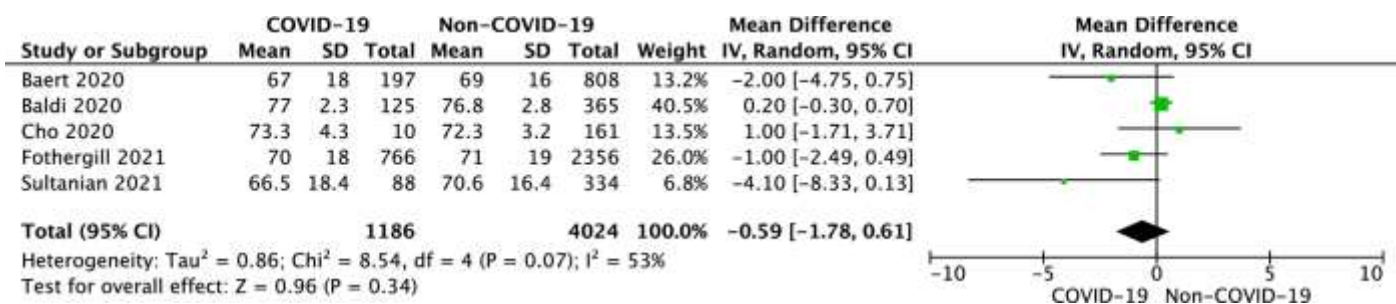


Figure S1. Forest plot of patients age in COVID-19 vs. not COVID-19 group. The center of each square represents the weighted mean differences for individual trials, and the corresponding horizontal line stands for a 95% confidence interval. The diamonds represent pooled results.

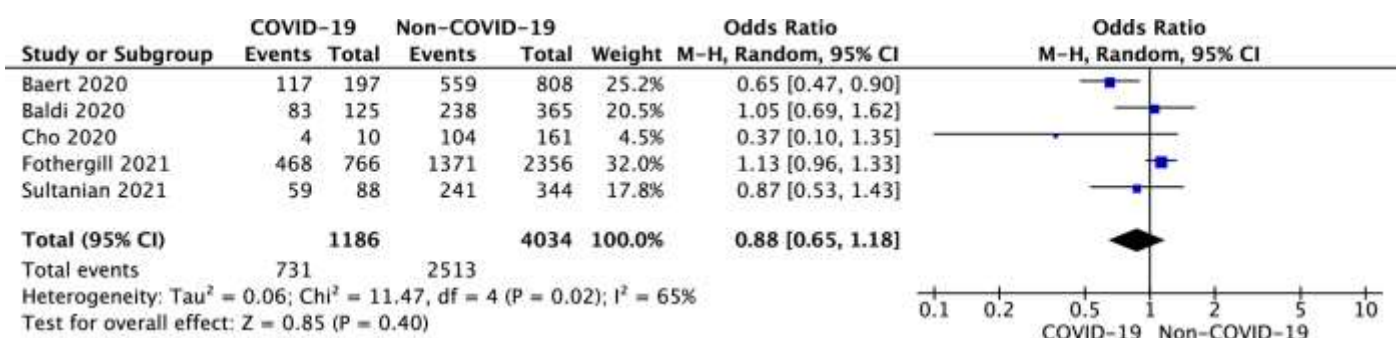


Figure S2. Forest plot of patients' sex (male) in COVID-19 vs. not COVID-19 group. The center of each square represents the weighted odds ratios for individual trials, and the corresponding horizontal line stands for a 95% confidence interval. The diamonds represent pooled results.

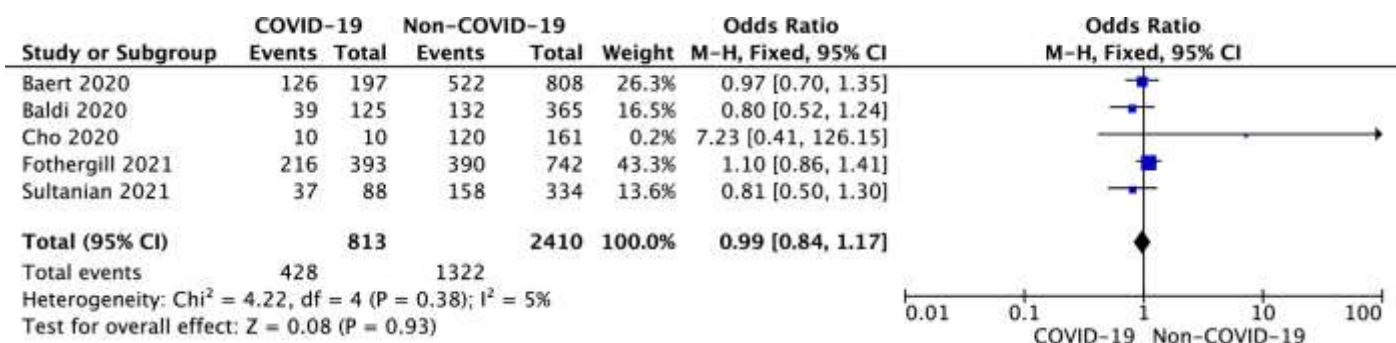


Figure S3. Forest plot of bystander witnessed in COVID-19 vs. not COVID-19 group. The center of each square represents the weighted odds ratios for individual trials, and the corresponding horizontal line stands for a 95% confidence interval. The diamonds represent pooled results.

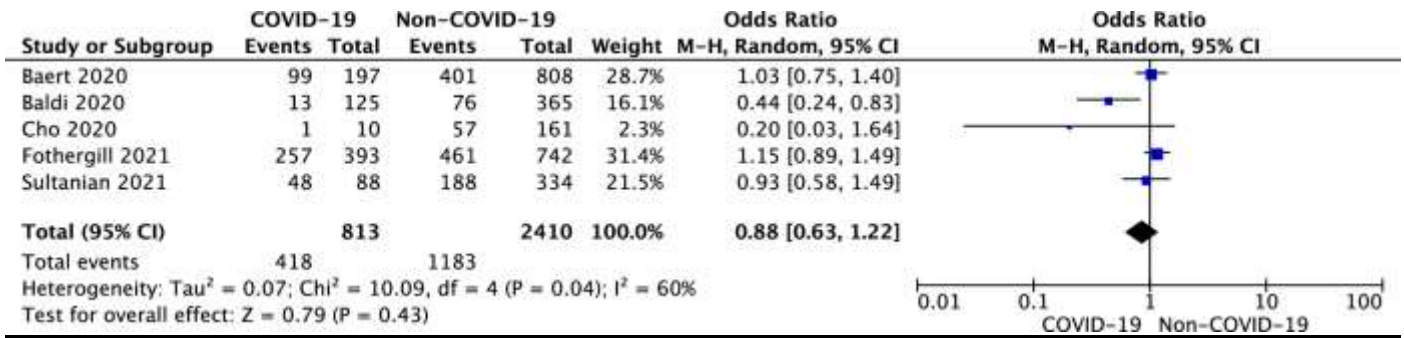


Figure S4. Forest plot of bystander cardiopulmonary resuscitation in COVID-19 vs. not COVID-19 group. The center of each square represents the weighted odds ratios for individual trials, and the corresponding horizontal line stands for a 95% confidence interval. The diamonds represent pooled results.

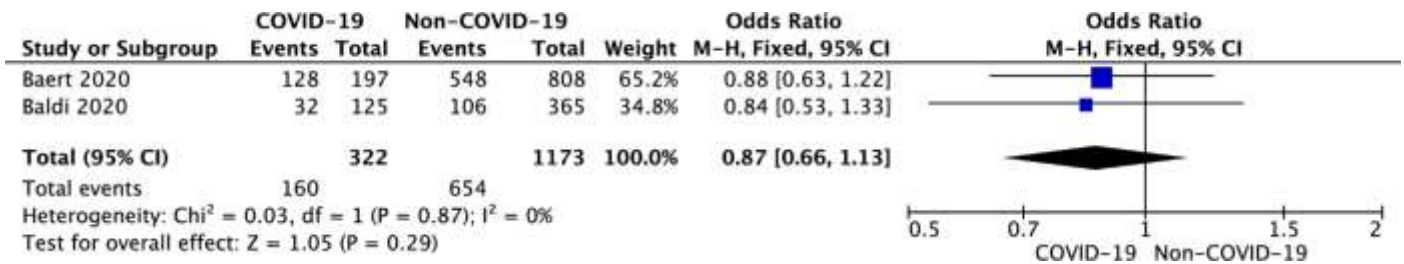


Figure S5. Forest plot of advanced life support implementation in COVID-19 vs. not COVID-19 group. The center of each square represents the weighted odds ratios for individual trials, and the corresponding horizontal line stands for a 95% confidence interval. The diamonds represent pooled results.

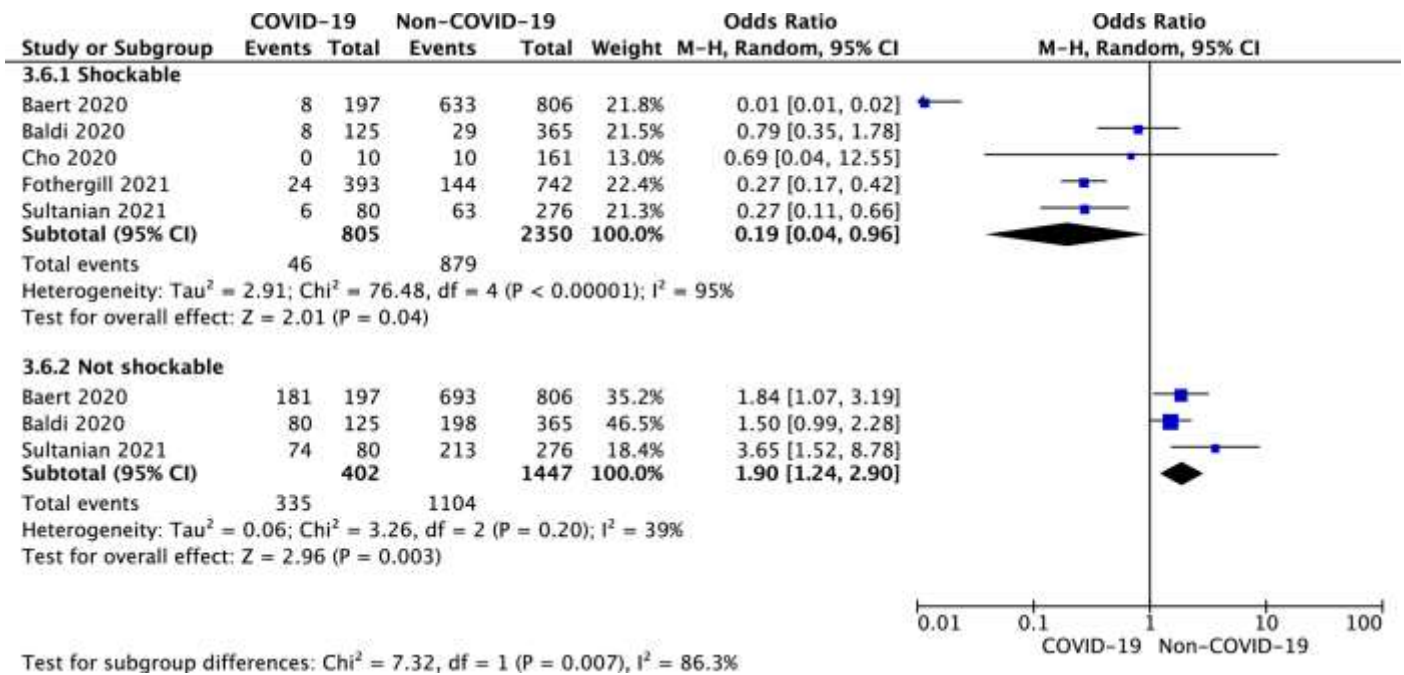
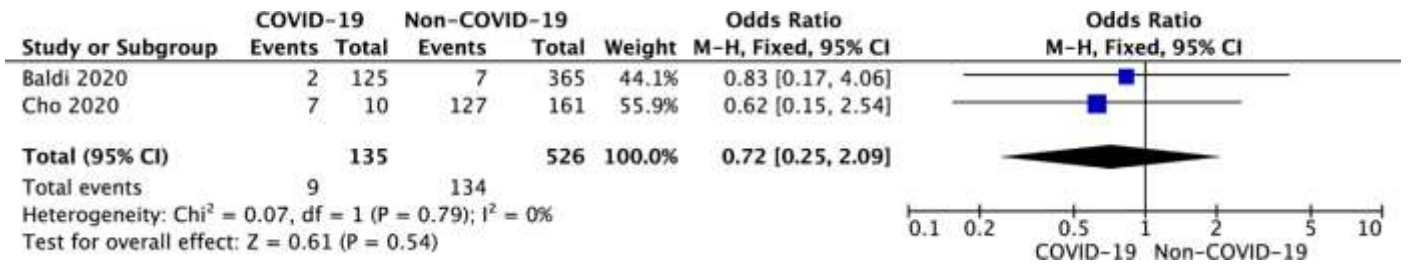










Figure S6. Forest plot of first recorded cardiac rhythm in COVID-19 vs. not COVID-19 group. The center of each square represents the weighted odds ratios for individual trials, and the corresponding horizontal line stands for a 95% confidence interval. The diamonds represent pooled results.



**Figure S7.** Forest plot of mechanical chest compression devices application in COVID-19 vs. not COVID-19 group. The center of each square represents the weighted odds ratios for individual trials, and the corresponding horizontal line stands for a 95% confidence interval. The diamonds represent pooled results.

# Characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest in COVID-19. A systematic review and meta-analysis

Lukasz Szarpak<sup>1,2</sup> , Magdalena Borkowska<sup>2</sup>, Frank W. Peacock<sup>3</sup>,  
Zubaid Rafique<sup>3</sup> , Aleksandra Gasecka<sup>4,5</sup> , Jacek Smereka<sup>6,7</sup> ,  
Katarzyna Pytkowska<sup>1</sup> , Marta Jachowicz<sup>8</sup>, Lukasz Iskrzycki<sup>6,7</sup> ,  
Natasza Gilis-Malinowska<sup>9</sup> , Milosz J. Jaguszewski<sup>9</sup> 

<sup>1</sup>Institute of Outcomes Research, Maria Sklodowska-Curie Medical Academy, Warsaw, Poland; <sup>2</sup>Maria Sklodowska-Curie Bialystok Oncology Center, Bialystok, Poland; <sup>3</sup>Henry JN Taub Department of Emergency Medicine, Baylor College of Medicine, Houston, TX, United States; <sup>4</sup>1<sup>st</sup> Chair and Department of Cardiology, Medical University of Warsaw, Poland; <sup>5</sup>Department of Cardiology, University Medical Center Utrecht, The Netherlands; <sup>6</sup>Department of Emergency Medical Service, Wroclaw Medical University, Wroclaw, Poland; <sup>7</sup>Polish Society of Disaster Medicine, Warsaw, Poland; <sup>8</sup>Students Research Club, Maria Sklodowska-Curie Medical Academy, Warsaw, Poland; <sup>9</sup>1<sup>st</sup> Department of Cardiology, Medical University of Gdansk, Poland

This paper was guest edited by Prof. Togay Evrin

## Abstract

**Background:** *The purpose herein, was to perform a systematic review of interventional outcome studies in patients with in-hospital cardiac arrest before and during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic period.*

**Methods:** *A meta-analysis was performed of publications meeting the following PICOS criteria: (1) participants, patients > 18 years of age with cardiac arrest due to any causes; (2) intervention, cardiac arrest in COVID-19 period; (3) comparison, cardiac arrest in pre-COVID-19 period; (4) outcomes, detailed information for survival; (5) study design, randomized controlled trials, quasi-randomized or observational studies comparing cardiac arrest in COVID-19 and pre-COVID-19 period for their effects in patients with cardiac arrest.*

**Results:** *Survival to hospital discharge for the pre-pandemic and pandemic period was reported in 3 studies (n =1432 patients) and was similar in the pre-pandemic vs. the pandemic period, 35.6% vs. 32.1%, respectively (odds ratio [OR] 1.72; 95% confidence interval [CI] 0.81–3.65; p = 0.16; I<sup>2</sup> = 72%). Return of spontaneous circulation was reported by all 4 studies and were also similar in the pre and during COVID-19 periods, 51.9% vs. 48.7% (OR 1.27; 95% CI 0.78–2.07; p = 0.33; I<sup>2</sup> = 71%), respectively. Pooled analysis of cardiac arrest recurrence was also similar, 24.9% and 17.9% (OR 1.60; 95% CI 0.99–2.57; p = 0.06; I<sup>2</sup> = 32%) in the pre and during COVID-19 cohorts. Survival with Cerebral Performance Category 1 or 2 was higher in pre vs. during pandemic groups (27.3 vs. 9.1%; OR 3.75; 95% CI 1.26–11.20; p = 0.02). Finally, overall mortality was similar in the pre vs. pandemic groups, 65.9% and 67.2%, respectively (OR 0.67; 95% CI 0.33–1.34; p = 0.25; I<sup>2</sup> = 76%).*

**Conclusions:** *Compared to the pre-pandemic period, in hospital cardiac arrest in COVID-19 patients was numerically higher but had statistically similar outcomes. (Cardiol J 2021; 28, 4: 503–508)*

**Key words:** coronavirus disease 2019, SARS-CoV-2, pandemic, in-hospital cardiac arrest, cardiopulmonary resuscitation, outcome

Address for correspondence: Jacek Smereka, Assoc Prof., PhD, MD, Department of Emergency Medical Service, Wroclaw Medical University, ul. Bartla 6, 52–443 Wroclaw, Poland, tel: +48 601967070, e-mail: jacek.smereka@umed.wroc.pl

Received: 13.04.2021

Accepted: 18.04.2021

This article is available in open access under Creative Common Attribution-Non-Commercial-No Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) license, allowing to download articles and share them with others as long as they credit the authors and the publisher, but without permission to change them in any way or use them commercially.



## Introduction

In December 2019 the coronavirus disease (COVID-19) emerged in Wuhan, China and spread rapidly throughout the world causing a pandemic [1]. As of March 2021, there were over 126 million confirmed cases and over 2.7 million deaths worldwide [2].

Clinically, severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), the virus responsible for COVID-19, manifests with wide variability ranging from being asymptomatic to severe respiratory failure and death. An estimated 14% of patients with COVID-19 require hospitalization, with 2% requiring intensive care [3]. While coexisting conditions, such as, hypertension, diabetes, cardiovascular disease, obesity, chronic obstructive pulmonary disease and chronic renal failure have been associated with poor prognosis [4], respiratory failure is the leading cause of admission to the intensive care unit (ICU) [5]. Further, studies show that the mortality rate in the ICU can be greater than 35% [6], and the leading cause of such high mortality is in-hospital cardiac arrest (IHCA) [7].

To understand the role of COVID-19 on outcomes of IHCA, we designed a systematic review of studies in adults during versus pre-pandemic periods of patients who suffered from cardiac arrest.

## Methods

The study was performed following the recommendation Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) statement for reporting systematic reviews and meta-analyses [8]. Before starting the study, there was agreement on the analysis methods and the inclusion and exclusion criteria to be used. Because of its nature, this study was exempt from an institutional board review.

### Inclusion and exclusion criteria

Studies included in this meta-analysis met the following PICOS criteria: (1) Participants: patients > 18 years of age with cardiac arrest due to any causes, (2) Intervention: cardiac arrest in COVID-19 period, (3) Comparison: cardiac arrest in pre-COVID-19 period, (4) Outcomes: detailed information for survival, (5) Study design: randomized controlled trials, quasi-randomized or observational studies comparing cardiac arrest during and before the COVID-19 period for their effects in patients with cardiac arrest. Studies were excluded if they were reviews, case reports, confer-

ence or poster abstracts, or articles not containing original data.

### Search strategy

A computerized search of the Medline (PubMed), Embase, Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), Scopus, Web of Science was performed from inception to February 2<sup>nd</sup>, 2021. Titles and abstracts were screened by two authors independently (A.G. and M.P.). All retrieved articles were reviewed by two authors (J.S. and M.C.). Any disagreement was resolved through consensus or, if necessary, by discussion with a third author (L.S.).

The search was performed using the following terms: “cardiac arrest” OR “CA” OR “heart arrest” OR “circulation arrest” OR “cardiopulmonary resuscitation” OR “CPR” OR “in-hospital cardiac arrest” OR “IHCA” OR “return of spontaneous circulation” OR “ROSC” OR “cardiac ventric\* fibrillation” OR “heart ventric\* fibrillation” OR “pulseless ventric\* tachycardia” OR “asysto\*” OR “pulseless electrical activity” OR “PEA” AND “SARS-CoV-2” OR “COVID-19”. Bibliographies of retrieved articles were manually checked for additional references to identify all eligible studies and achieve minimal publication bias. Only full articles in the English language were considered. All references were saved in an EndNote (EndNote, Inc., Philadelphia, PA, USA) library that was used to identify duplicates.

### Data extraction

Information was recorded on study characteristics and demographics such as authors, publication year, inclusion and exclusion criteria, primary outcome, findings, as well as per group sample size and outcomes. Two reviewers (A.G., M.J.J.) independently abstracted data, which a third investigator (L.S.) independently verified. Authors of articles were contacted when data were missing or were reported in a format that did not allow statistical analysis. Care was taken to avoid inclusion of data from duplicate publications. In the case of suspected data discrepancies, the relevant author was contacted directly. Moreover, each reviewer performed independent data abstraction, using a standardized predefined data collection form.

### Quality assessment

Two investigators (A.G. and L.S.) independently extracted individual study data and evaluated the studies for risk of bias. Any disagreements were discussed and resolved in a consensus meeting

with the third reviewer (M.J.J.). The ROBINS-I tool (Risk of Bias in Non-randomized Studies — of Interventions) was used to assess the quality of studies [9]. Robvis application was used to for visualize risk-of-bias assessments [10]. The scale has seven main domains (confounding, participant selection, classification of interventions, deviation from interventions, missing data, outcome measurement, and selection of reported results) and assigns one point for each of four judgements, which are rated as critical, serious, moderate or low (Suppl. Fig. S3 and Fig. S4).

**Outcomes**

The following outcomes were evaluated in the analysis, based on the consensus among content experts in our group with regard to important outcomes. The primary outcome was survival to hospital discharge, or 30 days (SHD), whichever came first. Secondary outcomes were return of spontaneous circulation (ROSC), recurrence of cardiac arrest, survival with favorable neurologic status (defined as a survival with Cerebral Performance Category [CPC] 1 or 2), and overall mortality.

**Statistical analysis**

Statistical analysis was performed using Review Manager software (v.5.4, Nordic Cochrane Center, The Cochrane Collaboration, Copenhagen, Denmark). The Mantel-Haenszel method was used to analyze dichotomous outcomes, and results are reported as odds ratios (ORs) with 95% confidence interval (CI). Continuous outcome differences were analyzed using an inverse variance model with a 95% CI, and values are reported as mean difference. When the continuous outcome was reported in a study as median, range, and interquartile range, means and standard deviations were estimated using the formula described by Hozo et al. [11].

All p values were two-tailed and considered significant if < 0.05. Heterogeneity was quantified in each analysis by the tau-squared and I-squared statistics. Heterogeneity was detected with the chi-squared test with n – 1 degree of freedom, which was expressed as I<sup>2</sup>. Values of I<sup>2</sup> > 50% and > 75% were considered to indicate moderate and significant heterogeneity among studies, respectively.

**Results**

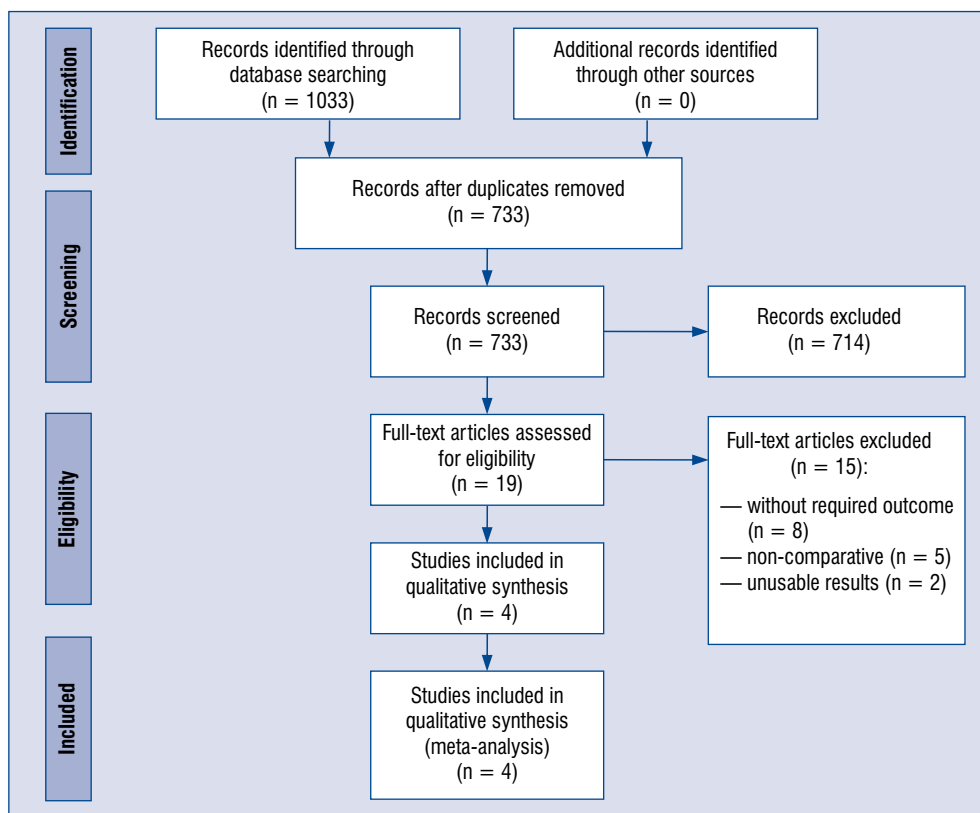
**Study characteristics**

A total of 4 studies [12–15], reporting on 1609 patients (n = 788 pre and n = 821 pandemic patients), met all inclusion/exclusion criteria (Table 1;

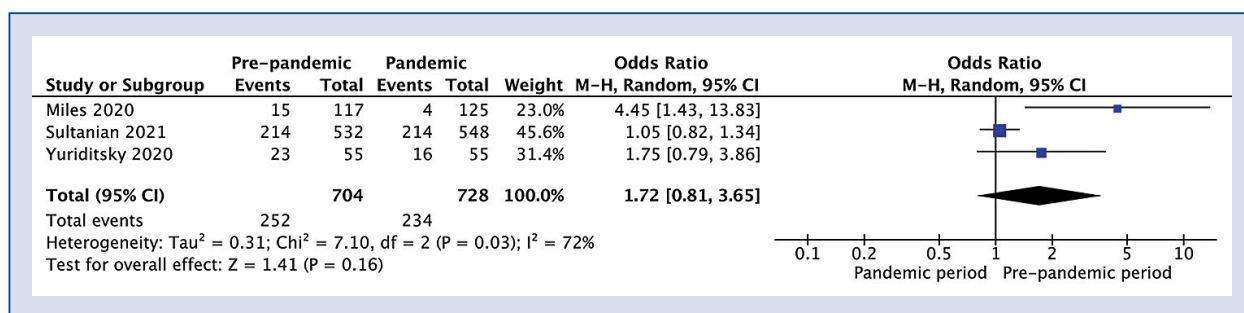
**Table 1.** Characteristics of the in-hospital cardiac arrest patients in the pre-pandemic vs. pandemic period in the included trials.

Trials	Country	Study design	Period	Number of patients	Age, years (mean ± SD)	Sex (male) Number/Total (%)	Shockable initial rhythm Number/Total (%)	ROSC Number/Total (%)	Survival to discharge Number/Total (%)
Miles et al. 2020	USA	Cohort study	Pre-pandemic	117	66.3 ± 3.5	67 (57.3%)	10/112 (8.9%)	66 (56.4%)	15 (12.8%)
			Pandemic	125	66.8 ± 3.2	82 (65.6%)	4/117 (3.4%)	45 (36.0%)	4 (3.2%)
Roedl et al. 2021	Germany	Retrospective analysis of data prospectively recorded data	Pre-pandemic	84	69.8 ± 3.7	60 (71.4%)	15/84 (17.9%)	65 (77.4%)	NR
			Pandemic	93	67.8 ± 3.5	60 (64.5%)	27/93 (29.0%)	77 (82.8%)	NR
Sultanian et al. 2021	Sweden	Observational registry-based study	Pre-pandemic	532	70.1 ± 18.2	351 (66.0%)	138 (25.9%)	251 (47.2%)	214 (40.2%)
			Pandemic	548	67.8 ± 18.9	327 (60.0%)	116 (21.2%)	257 (46.9%)	214 (39.1%)
Yuriditsky et al. 2020	USA	Single-center retrospective study	Pre-pandemic	55	68.9 ± 5.9	33 (60.0%)	9 (16.4%)	27 (49.1%)	23 (41.8%)
			Pandemic	55	69.8 ± 3.8	48 (87.3%)	6 (10.9%)	21 (38.2%)	16 (29.1%)

NR — not reported; ROSC — return of spontaneous circulation; SD — standard deviation



**Figure 1.** Flow diagram showing stages of database searching and study selection as per Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-analysis (PRISMA) guideline.



**Figure 2.** Forest plot of return of survival to hospital discharge between pre-pandemic versus pandemic group. The center of each square represents the weighted odds ratios for individual trials, and the corresponding horizontal line stands for a 95% confidence interval (CI). The diamonds represent pooled results.

**Suppl. Table S1).** The PRISMA flowchart (Fig. 1) summarizes the outcomes of the search strategy.

**Outcomes pre-pandemic vs. pandemic period**

A pooled analysis of all outcomes is presented on Figure 2 and **Supplemental Figures S1 and S2.** SHD for the pre-pandemic and pandemic period was reported in 3 studies (n = 1432 patients). It occurred at a numerically higher, but a statistically

similar, rate in the pre-pandemic vs. the pandemic period, 35.6% vs. 32.1%, respectively (OR 1.72; 95% CI 0.81–3.65; p = 0.16; I<sup>2</sup> = 72%). ROSC was reported by all 4 studies, with a similar numerically higher but statistically similar relationship, 51.9% vs. 48.7% (OR 1.27; 95% CI 0.78–2.07; p = 0.33; I<sup>2</sup> = 71%), for the pre and during COVID-19 periods, respectively (**Supplementary digital file**). Pooled analysis of cardiac found an arrest recurrence of

24.9% and 17.9% (OR 1.60; 95% CI 0.99–2.57;  $p = 0.06$ ;  $I^2 = 32\%$ ) in the pre and during COVID-19 cohorts, respectively. Survival with CPC 1 or 2 was reported only by Yuriditsky et al. [15] and was significantly higher in pre-pandemic group compared with pandemic group (27.3 vs. 9.1%; OR 3.75; 95% CI 1.26–11.20;  $p = 0.02$ ). Overall mortality in pre-pandemic vs. pandemic group was 65.9% and 67.2%, respectively (OR 0.67; 95% CI 0.33–1.34;  $p = 0.25$ ;  $I^2 = 76\%$ ).

### Outcomes in pandemic period

Only 1 study was found, Sultanian et al. [14], that compared IHCA outcomes in pandemic period between COVID-19 and non-COVID-19 patients. In this study SHD between COVID-19 and non-COVID-19 patients was 25.0% vs. 41.8% (OR 0.46; 95% CI 0.26–0.83;  $p = 0.01$ ). In the case of COVID-19 patients there was a significantly lower ROSC rate compared with non-COVID-19 patients (30.5% vs. 52.6%, respectively; OR 0.40; 95% CI 0.23–0.69;  $p = 0.001$ ). Ultimately, the overall mortality in the COVID-19 patients was 75.0% and was significantly higher than that in non-COVID-19 patients — 59.3% (OR 2.06; 95% CI 1.15–3.69;  $p = 0.02$ ). Finally, overall mortality in the present analysis was similar in the pre vs. pandemic groups, 65.9% and 67.2%, respectively (OR 0.67; 95% CI 0.33–1.34;  $p = 0.25$ ;  $I^2 = 76\%$ ).

### Discussion

According to available research, this is the first meta-analysis comparing characteristics and outcomes of IHCA before and during the COVID-19 pandemic. The primary outcome of the study was to measure the survival to hospital discharge or 30 days, whichever came first, although it was expected that mortality rates would be higher during the pandemic, it was found that the survival rates were similar to the pre-pandemic period. There are possible explanations of this phenomenon. During the pre-pandemic time the vast majority of the IHCA happened in the ICU [16], commonly the result of complications from cardiovascular disease, while during the pandemic a shift of IHCA occurring in the standard ward as a result of the pulmonary inflammatory state and fibrosis of the lung tissue [14] was observed [13].

Sustained ROSC was found, defined as stable circulation for at least 20 min [13] was similar in the pre-pandemic period. Interestingly in the cohort by Miles et al. [12] the pre-pandemic group was characterized by much higher ROSC. Although

ROSC is generally a positive predictor of survival [17], Sheth et al. [18] presented data which showed that although all patients with COVID-19 who suffered cardiac arrest and achieved ROSC did not achieve SHD.

Consistent with the current primary outcome, a insignificant trend was found ( $p = 0.06$ ) of lower recurrence of cardiac arrest in the pandemic group. This finding is also likely the result of the different etiology of cardiac arrests in the pre and during pandemic periods. In the pre pandemic period the vast majority of IHCA was caused by the underlying cardiac diseases [19] as opposed to the respiratory background in the COVID-19 era.

In his paper Yuriditsky et al. [15] assessed the functional status using the CPC. This score ranges from 1 (good cerebral performance) to 5 (brain death), with CPC 1 and 2 generally categorized as good neurological outcome and 3 to 5 as poor [20]. It was reported that the pre pandemic group had a statistically significant higher survival with CPC 1 or 2 amounting to 27.3% vs. 9.1% in the COVID-19 cohort. A possible explanation may lie in the location of IHCA resuscitation. In the pre-pandemic period, many resuscitations occurred in an ICU, where early identification and greater resources may result in better outcomes than general ward resuscitations that are found later and may have fewer resources.

When comparing COVID vs. non-COVID, there was lower SHD in COVID patients, 25.0% vs. 41.8%, respectively [14]. This may be because COVID patients were less likely to have a cardiac cause of the arrest, and a respiratory cause was more likely. Such a high discrepancy might be the result of the burden of critical illness with a higher likelihood or requiring ICU admission, invasive mechanical ventilation, vasopressors or renal replacement therapies than the non-COVID-19 cohort [21, 22].

Sultanian et al. [14] also reports statistically significantly lower ROSC rate for COVID-19 positive cohort with only 7.6% of patients presenting with the shockable rhythm. Overall mortality among the COVID-19 patients was 75.0% and was significantly higher than the 59.3% that occurred in non-COVID-19 patients.

### Limitations of the study

Although a limitation of the present study was the strict inclusion criteria, which allowed for the inclusion of only 4 papers, it did insure a high quality of results in over 1600 patients. A second limitation is the focus on general epidemiologic

findings, which does not allow for the pinpointing of the specific risk factors that could be used as a guideline for the selection of high-risk patients.

## Conclusions

It was found that the IHCA before and during the COVID-19 pandemic had numerically higher but statistically similar outcomes.

## Acknowledgements

The study was supported by the ERC Research Net and by the Polish Society of Disaster Medicine.

**Conflict of interest:** None declared

## References

- Rodriguez-Morales AJ, Bonilla-Aldana DK, Balbin-Ramon GJ, et al. History is repeating itself: probable zoonotic spillover as the cause of the 2019 novel coronavirus epidemic. *Infez Med.* 2020; 28(1): 3–5, indexed in Pubmed: [32009128](#).
- Dong E, Du H, Gardner L. An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *Lancet Infect Dis.* 2020; 20(5): 533–534, doi: [10.1016/S1473-3099\(20\)30120-1](#), indexed in Pubmed: [32087114](#).
- Stokes EK, Zambrano LD, Anderson KN, et al. Coronavirus Disease 2019 Case Surveillance - United States, January 22-May 30, 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020; 69(24): 759–765, doi: [10.15585/mmwr.mm6924e2](#), indexed in Pubmed: [32555134](#).
- Yang X, Yu Y, Xu J, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med.* 2020; 8(5): 475–481, doi: [10.1016/S2213-2600\(20\)30079-5](#), indexed in Pubmed: [32105632](#).
- Ayaz A, Arshad A, Malik H, et al. Risk factors for intensive care unit admission and mortality in hospitalized COVID-19 patients. *Acute Crit Care.* 2020; 35(4): 249–254, doi: [10.4266/acc.2020.00381](#), indexed in Pubmed: [33172229](#).
- Armstrong RA, Kane AD, Kursumovic E, et al. Mortality in patients admitted to intensive care with COVID-19: an updated systematic review and meta-analysis of observational studies. *Anaesthesia.* 2021; 76(4): 537–548, doi: [10.1111/anae.15425](#), indexed in Pubmed: [33525063](#).
- 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, doi: [10.1016/j.resuscitation.2020.04.005](#), indexed in Pubmed: [32283117](#).
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med.* 2009; 6(7): e1000097, doi: [10.1371/journal.pmed.1000097](#).
- Sterne JAC, Hernán MA, Reeves BC, et al. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ.* 2016; 355: i4919, doi: [10.1136/bmj.i4919](#), indexed in Pubmed: [27733354](#).
- McGuinness LA, Higgins JPT. Risk-of-bias VISualization (robvis): An R package and Shiny web app for visualizing risk-of-bias assessments. *Res Synth Methods.* 2021; 12(1): 55–61, doi: [10.1002/jrsm.1411](#), indexed in Pubmed: [32336025](#).
- Hozo SP, Djulbegovic B, Hozo I. Estimating the mean and variance from the median, range, and the size of a sample. *BMC Med Res Methodol.* 2005; 5: 13, doi: [10.1186/1471-2288-5-13](#), indexed in Pubmed: [15840177](#).
- Miles JA, Mejia M, Rios S, et al. Characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest events during the COVID-19 pandemic: a single-center experience from a new york city public hospital. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes.* 2020; 13(11): e007303, doi: [10.1161/CIRCOUTCOMES.120.007303](#), indexed in Pubmed: [32975134](#).
- Roedl K, Söffker G, Fischer D, et al. Effects of COVID-19 on in-hospital cardiac arrest: incidence, causes, and outcome — a retrospective cohort study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2021; 29(1): 30, doi: [10.1186/s13049-021-00846-w](#), indexed in Pubmed: [33557923](#).
- Sultanian P, Lundgren P, Strömsöe A, et al. Cardiac arrest in COVID-19: characteristics and outcomes of in- and out-of-hospital cardiac arrest. A report from the swedish registry for cardiopulmonary resuscitation. *Eur Heart J.* 2021; 42(11): 1094–1106, doi: [10.1093/eurheartj/ehaa1067](#), indexed in Pubmed: [33543259](#).
- Yuriditsky E, Mitchell OJL, Brosnahan SB, et al. Clinical characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest among patients with and without COVID-19. *Resusc Plus.* 2020; 4: 100054, doi: [10.1016/j.resplu.2020.100054](#), indexed in Pubmed: [33403368](#).
- Perman SM, Stanton E, Soar J, et al. American Heart Association's Get With the Guidelines® — Resuscitation (formerly the National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation) Investigators. Location of In-Hospital Cardiac Arrest in the United States: Variability in Event Rate and Outcomes. *J Am Heart Assoc.* 2016; 5(10): e003638, doi: [10.1161/JAHA.116.003638](#), indexed in Pubmed: [27688235](#).
- Wampler DA, Collett L, Manifold CA, et al. Cardiac arrest survival is rare without prehospital return of spontaneous circulation. *Prehosp Emerg Care.* 2012; 16(4): 451–455, doi: [10.3109/10903127.2012.695435](#), indexed in Pubmed: [22834854](#).
- Sheth V, Chishti I, Rothman A, et al. Outcomes of in-hospital cardiac arrest in patients with COVID-19 in New York City. *Resuscitation.* 2020; 155: 3–5, doi: [10.1016/j.resuscitation.2020.07.011](#), indexed in Pubmed: [32707146](#).
- Moskowitz A, Holmberg MJ, Donnino MW, et al. In-hospital cardiac arrest: are we overlooking a key distinction? *Curr Opin Crit Care.* 2018; 24(3): 151–157, doi: [10.1097/MCC.0000000000000505](#), indexed in Pubmed: [29688939](#).
- Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS, et al. Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the Utstein Style. A statement for health professionals from a task force of the American Heart Association, the European Resuscitation Council, the Heart and Stroke Foundation of Canada, and the Australian Resuscitation Council. *Circulation.* 1991; 84(2): 960–975, doi: [10.1161/01.cir.84.2.960](#), indexed in Pubmed: [1860248](#).
- Dzieciatkowski T, Szarpak L, Filipiak KJ, et al. COVID-19 challenge for modern medicine. *Cardiol J.* 2020; 27(2): 175–183, doi: [10.5603/CJ.a2020.0055](#), indexed in Pubmed: [32286679](#).
- Smereka J, Szarpak L, Gadalla F, et al. Ethical and organizational dilemmas related to the treatment of COVID-19 patients. *Disaster Emerg Med J.* 2020, doi: [10.5603/demj.a2020.0030](#).

**CHARACTERISTICS AND OUTCOMES OF IN-HOSPITAL CARDIAC ARREST IN COVID-19.  
A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS**

**Supplementary Digital File**

**CONTENT**

**TABLE S1. HOSPITAL LOCALIZATION OF THE IN-HOSPITAL CARDIAC ARREST IN THE INCLUDED TRIALS..... 2**

**FIGURE S1. FOREST PLOT OF RETURN OF SPONTANEOUS CIRCULATION (ROSC) BETWEEN PRE-PANDEMIC VERSUS PANDEMIC  
GROUP ..... 3**

**FIGURE S2. FOREST PLOT OF OVERALL MORTALITY BETWEEN PRE-PANDEMIC VERSUS PANDEMIC GROUP. .... 3**

**FIGURE S3. A SUMMARY TABLE OF REVIEW AUTHORS' JUDGEMENTS FOR EACH RISK OF BIAS ITEM FOR EACH STUDY. .... 3**

**FIGURE S4. A PLOT OF THE DISTRIBUTION OF REVIEW AUTHORS' JUDGEMENTS ACROSS STUDIES FOR EACH RISK OF BIAS ITEM..... 4**

Table S1. Hospital localization of the in-hospital cardiac arrest in the included trials.

Trials	No of studies	Events/participants		Events		Heterogeneity between trials			P-value for differences across groups
		Pre-pandemic period	Pandemic period	OR	95%CI	P-value	I <sup>2</sup> statistic		
Intensive care unit	4	187/788 (23.7%)	193/821 (23.5%)	0.75	0.27 – 2.11	<0.001	92%	0.58	
Emergency room	3	81/704 (11.5%)	115/728 (15.8%)	0.80	0.43 – 1.46	0.12	52%	0.47	
General ward	3	275/704 (39.1%)	282/728 (38.7%)	0.99	0.30 – 3.22	<0.001	93%	0.99	

Legend: CI, confidence interval; OR, odds ratio.

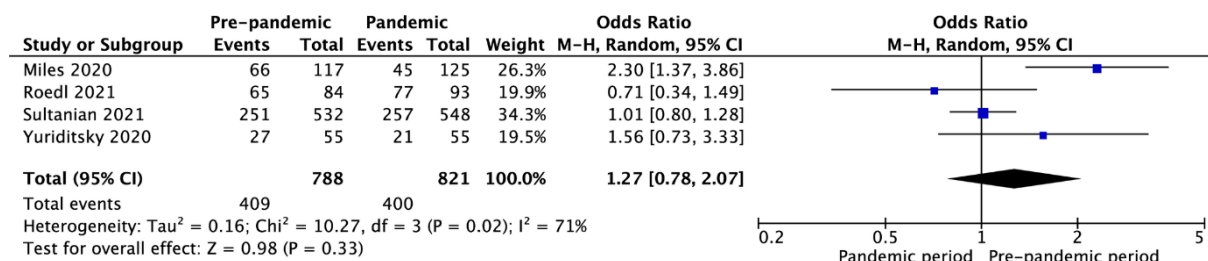


Figure S1. Forest plot of return of spontaneous circulation (ROSC) between pre-pandemic versus pandemic group. The center of each square represents the weighted odds ratios for individual trials, and the corresponding horizontal line stands for a 95% confidence interval. The diamonds represent pooled results.

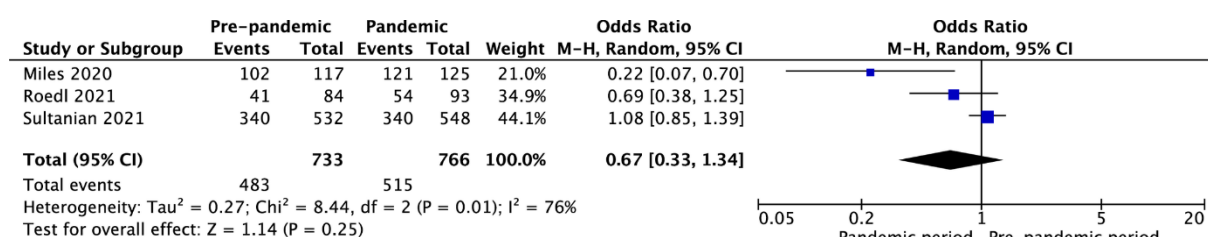


Figure S2. Forest plot of overall mortality between pre-pandemic versus pandemic group. The center of each square represents the weighted odds ratios for individual trials, and the corresponding horizontal line stands for a 95% confidence interval. The diamonds represent pooled results.

		Risk of bias domains							
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Overall
Study	Sultanian 2021	+	+	-	-	?	+	+	+
	Roedl 2021	-	-	-	-	?	-	-	-
	Miles 2020	+	+	-	-	?	-	-	-
	Yuriditsky 2020	-	!	-	-	?	-	!	-

Domains:  
D1: Bias due to confounding.  
D2: Bias due to selection of participants.  
D3: Bias in classification of interventions.  
D4: Bias due to deviations from intended interventions.  
D5: Bias due to missing data.  
D6: Bias in measurement of outcomes.  
D7: Bias in selection of the reported result.

Judgement  
! Critical  
- Moderate  
+ Low  
? No information

Figure S3. A summary table of review authors' judgements for each risk of bias item for each study.



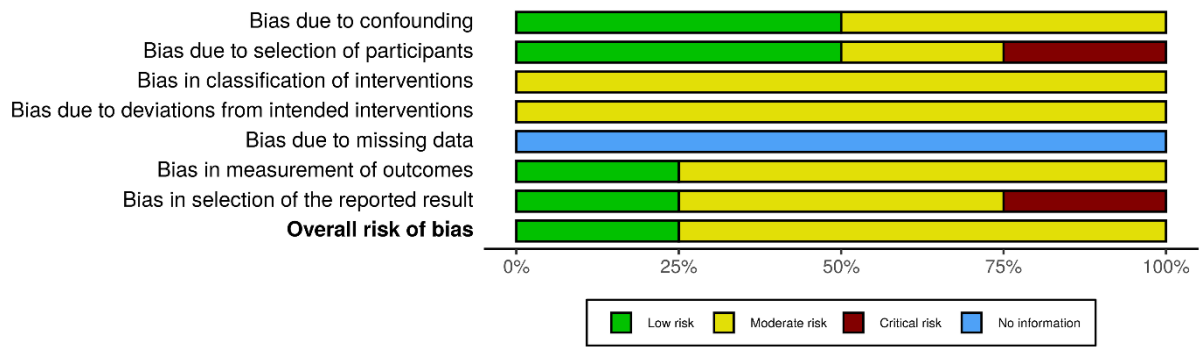


Figure S4. A plot of the distribution of review authors' judgements across studies for each risk of bias item.

## 4. PODSUMOWANIE

Wspólnym celem badań będących podstawą niniejszego cyklu publikacyjnego była ocena wpływu pandemii COVID-19 na efektywność resuscytacji krążeniowo – oddechowej podejmowanej zarówno w warunkach przedszpitalnych jak i szpitalnych. Jedno badanie było badaniem retrospektywnym bazującym na analizie dokumentacji medycznej zespołów ratownictwa medycznego [49]. Dwie pozostałe prace to meta-analizy dotyczące odpowiednio wpływu pandemii COVID-19 na przeżywalność pacjentów z pozaszpitalnym zatrzymaniem krążenia [50] oraz wewnątrz-szpitalnym zatrzymaniu krążenia [51].

Celem pierwszej była analiza retrospektywna wyjazdowości zespołów ratownictwa medycznego z obszaru województwa mazowieckiego do pacjentów z zatrzymaniem krążenia [49]. Analizie poddano okres początku pandemii COVID-19 od 1 marca do 30 kwietnia 2020 r. Podczas badanego okresu stwierdzono 527 przypadków interwencji zespołów ratownictwa medycznego wobec pacjentów z pozaszpitalnym zatrzymaniem krążenia.

Celem drugiej pracy była ocena wpływu pandemii COVID-19 na przeżywalność pacjentów z pozaszpitalnym zatrzymaniem krążenia. Badanie zostało zaprojektowane jako przegląd systematyczny i meta-analiza [50]. W celu doboru badań zakwalifikowanych do meta-analizy wykonano przegląd elektronicznych baz piśmienniczych (MEDLINE, EMBASE, Web of Science, Scopus oraz COCHRANE). Ostatnie przeszukanie baz danych miało miejsce 19 lutego 2021 r. Na podstawie zestawienia słów kluczowych przeszukiwanie baz danych wykazało 242 potencjalnie istotne publikacje. Ostatecznie jednak do meta-analizy włączono pięć badań [52-55] raportujących dane z 4210 przypadków pozaszpitalnej resuscytacji krążeniowo – oddechowej. Przeżywalność do wypisu ze szpitala stanowiła podstawowy punkt końcowy. Dodatkowo analizie poddano także takie parametry jak: wdrożenie zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych, powrót spontanicznego krążenia na etapie przedszpitalnym, przeżywalność przy przyjęciu do szpitala oraz wypis ze szpitala w dobrym stanie neurologicznym (ocenionym na podstawie skali CPC na 1-2) [57].

Celem trzeciej pracy opublikowanej na łamach *Cardiology Journal* była ocena wpływu pandemii COVID-19 na przeżywalność pacjentów z wewnątrzszpitalnym zatrzymaniem krążenia (IHCA)[51]. W tym celu zaprojektowano badanie również jako przegląd systematyczny i meta-analizę. Badanie zostało przeprowadzone w oparciu o wytyczne PRISMA [58]. W oparciu o zdefiniowane słowa kluczowe dokonano przeszukania elektronicznych baz danych, w tym Mediline, Embase, CENTRAL, Web of Science czy też bazy Scopus. Ostatnie przeszukanie powyższych baz danych miało miejsce 2 lutego 2021 r. Na podstawie przeszukania do meta-analizy włączono cztery badania. Głównym punktem końcowym badania była 30-dniowa przeżywalność ze szpitala. Dodatkowo ocenie poddano częstość powrotu spontanicznego krążenia, całkowitą śmiertelność, jak również przeżywalność do wypisu ze szpitala w dobrym stanie neurologicznym [57].

Od grudnia 2019 roku Świat boryka się z zachorowaniami spowodowanymi nowym koronawirusem SARS-CoV-2. 11 marca 2020 r. Światowa Organizacja Zdrowia z uwagi na zwiększającą się liczbę zakażeń ogłosiła stan pandemii COVID-19. Obecnie na dzień 25 stycznia 2022 r. John Hopkins University wskazuje 355 591 211 przypadków zachorowań na COVID-19 przy jednoczesnej liczbie 5 606 929 przypadków zgonów z powodu COVID-19 co wskazuje na śmiertelność choroby na poziomie 1,6% [59]. Warty podkreślenia jest również fakt, iż obecnie świat medyczny dysponuje szczepionkami uodporniającymi na zakażenie SARS-CoV-2, jednakże z uwagi na częste mutacje koronawirusa SARS-CoV-2 istnieje rozbieżność zdań dotycząca skuteczność powyższych szczepionek [60-62]. Niemniej jednak poza samymi szczepionkami kluczowym jest identyfikacja czynników mogących wpływać na poprawę rokowania i przeżywalności pacjentów z COVID-19. W pracy jak już wspomniano na początku rozdziału analizowano kwestie wpływu panującej pandemii na efektywność działań resuscytacyjnych.

Jednym z kluczowych elementów wpływających na przeżywalność pacjentów tak z poza- jak i wewnątrz-szpitalnym zatrzymaniem krążenia jest obecność świadków zdarzenia którzy podejmą czynności resuscytacyjne bądź aktywują system ratownictwa medycznego – zależnie od miejsca – wzywając zespół ratownictwa medycznego bądź zespół resuscytacyjny [63]. Przeprowadzona meta-analiza wykazała porównywalną

częstość występowania zatrzymania krążenia w obecności świadków zdarzenia tak w okresie pandemii COVID-19 jak i przed jej wystąpieniem (52,6% oraz 54,9%;  $p=0,93$ ).

Zgodnie z wytycznymi ILCOR [64], olejnym elementem wpływającym na przeżywalność pacjentów z zatrzymaniem krążenia jest podejmowanie resuscytacji krążeniowo – oddechowej przez świadków zdarzenia. Jak wskazują badania Nordberga i wsp. [65] podejście do prowadzenia resuscytacji krążeniowo – oddechowej przez świadków zdarzenia zmienia się na przestrzeni lat. W powyższym badaniu, Nordberg wskazuje, iż proporcja pacjentów z OHCA u których była prowadzona resuscytacja przez świadków zdarzenia w 1992 roku wynosiła 40%, zaś w 2005 roku wzrosła do 55% ( $p<0,001$ ). Nordberga i wsp. wskazują również na pozytywny wpływ RKO prowadzonej przez świadków zdarzenia zarówno w aspekcie zwiększenia odsetka pacjentów prezentujących rytmy do defibrylacji a zarazem zmniejszenia liczby niezbędnych defibrylacji wymaganych do uzyskania powrotu spontanicznego krążenia. Tak podejmowana resuscytacja była również związana ze zwiększeniem przeżywalności tych pacjentów. Na zmianę podejścia dotyczącego resuscytacji krążeniowo – oddechowej może mieć wpływ wiele czynników, w tym edukowanie społeczeństwa poprzez liczne akcje informacyjne jak również dedykowane szkolenia z zakresu resuscytacji krążeniowo – oddechowej dla osób bez wykształcenia medycznego. Kolejnym czynnikiem może być fakt, iż zarówno wytyczne Europejskiej Rady Resuscytacji jak i Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego dopuściły prowadzenie resuscytacji przez przygodnych świadków zdarzenia w oparciu o samą kompresję klatki piersiowej – bez konieczności wykonywania oddechów ratowniczych [9,66]. Dzięki temu zabiegowi zmniejszyła się niechęć do prowadzenia resuscytacji w odniesieniu do osoby z pozaszpitalnym zatrzymaniem krążenia. Kolejnym istotnym elementem zwiększającym odsetek resuscytacji podejmowanych przez świadków zdarzenia jest prowadzenie resuscytacji w oparciu o instruktarz udzielany telefonicznie przez dyspozytora medycznego [67,68]. Jednakże w przypadku instruktarzu prowadzonego przez dyspozytorów medycznych jak słusznie wskazują Fujie i wsp. mamy do czynienia ze wzrostem częstości prowadzenia resuscytacji krążeniowo – oddechowej przez świadków zdarzenia [67,69], jednakże nie obserwuje się bezpośredniego wpływu na poprawę przeżywalności w dobrym stanie neurologicznym. W tym przypadku konieczne są szkolenia stacjonarne z zakresu podstawowych zabiegów resuscytacyjnych dla jak

największego ogółu społeczeństwa, ze szczególnym uwzględnieniem rodzin pacjentów z grupy szczególnego ryzyka (w tym m.in. rodzin pacjentów po zawałach, operacjach kardiologicznych czy też pacjentów z zaburzeniami rytmu serca) [70,71].

W dobie pandemii można byłoby przypuszczać, iż społeczeństwo niechętnie będzie podejmowało czynności resuscytacyjne wobec osób z zatrzymaniem krążenia. W badaniu własnym resuscytacja krążeniowo-oddechowa była podejmowana przez świadków zdarzenia zaledwie w 10,1% przypadków, podczas gdy do zatrzymania krążenia w obecności ZRM doszło w 4,7% przypadków [49]. Jednakże jak wykazała metaanaliza [50] odsetek podejmowanych resuscytacji krążeniowo – oddechowych w dobie pandemii wynosił 51,4% i był nieznacznie wyższy aniżeli miało to miejsce w okresie poprzedzającym pandemię (49,1%;  $p=0,43$ ). Al-Jeabory i wsp. [72] również odnotowali nieznacznie wyższą częstość podejmowania resuscytacji krążeniowo – oddechowej przez świadków zdarzenia podczas pandemii COVID-19 w porównaniu z okresem poprzedzającym pandemię (odpowiednio: 43,6% i 41,5%;  $p=0,64$ ). Zwiększenie odsetka resuscytacji podejmowanych przez świadków zdarzenia może być podyktowane faktem, iż z uwagi na ograniczenia pandemiczne wiele osób pracowało zdalnie z domu, będąc tym samym świadkami zatrzymań krążenia współlokatorów. Dodatkowo niejednokrotnie jak już wspomniano uprzednio resuscytacja prowadzona jest w oparciu jedynie o ciągłą kompresję klatki piersiowej, bez wykonywania oddechów ratowniczych – które w dobie pandemii nie są zalecane [44].

Zgodnie z ryciną nr 3 opisaną we wstępie do niniejszej rozprawy doktorskiej, szanse na przeżycie pacjenta rosną wraz ze wzrostem poziomu wykonywanych czynności resuscytacyjnych. Największe szanse na przeżycie ma zatem pacjent, u którego w krótkim czasie zostaną wdrożone zaawansowane zabiegi resuscytacyjne wykonywane w oparciu o farmakoterapię, wysokiej jakości resuscytację krążeniowo – oddechową oraz odpowiednie utlenowanie. Dobrym przykładem może być czas do wykonania pierwszej defibrylacji. Jak wskazuje Kiyohara im dłuższy czas od wystąpienia zatrzymania krążenia do defibrylacji, tym mniejsze szanse na przeżycie [73]. W swoim badaniu Kiyohara wskazuje, iż przeżywalność w przypadku zastosowania AED i defibrylacji poniżej 5 minut od zatrzymania krążenia wynosiła 62%, adekwatnie dla okresu defibrylacji od 6 do 10 minuty było to 48%, 38% dla 11-15 min, 30% dla defibrylacji w 16-20 minucie oraz 7% dla defibrylacji w 21-25 minucie. Ponadto Kiyohara

wskazuje, iż żaden pacjent nie przeżył, jeżeli pierwsza defibrylacja miała miejsce powyżej 26 minut od zatrzymania krążenia. Uy-Evanado wskazuje natomiast iż odsetek przypadków użycia defibrylatorów AED zmalał z 5% do 1% w związku z pandemią [74]. Może to być podyktowane faktem, iż do zatrzymań krążenia w dobie pandemii dochodzi znacznie rzadziej w miejscach publicznych a tym samym dostęp do AED jest ograniczony.

Nie należy zapominać o jak najkrótszym czasie dojazdu zespołu ratownictwa medycznego na miejsce zdarzenia. Zgodnie z badaniami Huanga i wsp. optymalny czas dotarcia do pacjenta ZRM wpływający na przeżywalność tego pacjenta wynosi 6,2 minuty. Jednakże w przypadku, gdy resuscytacja będzie prowadzona przez świadków zdarzenia – czas ten może ulec wydłużeniu [75]. Uy-Evanado wskazuje w swoim badaniu, iż czas przyjazdu zespołów ratownictwa medycznego w okresie pandemii uległ statystycznie istotnemu wydłużeniu w stosunku do okresu sprzed pandemii i wynosił odpowiednio  $7,6 \pm 3,0$  min oraz  $6,6 \pm 2,0$  min ( $p < 0,001$ ) [74]. Wydłużenie czasu dojazdu zespołów ratownictwa medycznego – obserwując problemy związane z wyjazdowością tychże zespołów w warunkach Polski i Włoch mogą być związane ze zwiększeniem liczby zgłoszeń alarmowych, wydłużeniem oczekiwania na przekazanie pacjenta w szpitalnych oddziałach ratunkowych bądź centrach urazowych, czy też czas wynikający z dekontaminacji ambulansu jak również czas niezbędny na założenie kombinezonów ochronnych przez personel ZRM. Powyższe czynniki mają związek z wydłużeniem czasu dojazdu do pacjenta oraz czasu realizacji zlecenia przez zespoły wyjazdowe ratownictwa medycznego.

Analiza dwóch badań [52,53] wykazała, iż zmniejszeniu uległ odsetek wdrażanych zaawansowanych czynności resuscytacyjnych przez ZRM. W okresie przed wystąpieniem pandemii zespoły ratownictwa medycznego prowadziły resuscytację w oparciu o algorytmy ALS w 55,8%, podczas gdy w dobie pandemii odsetek ten wyniósł 49,7% ( $p = 0,29$ ). Związane mogło to wiązać się z faktem, iż w dużej liczbie przypadków z uwagi na nierokujący stan pacjenta odstępowano od zaawansowanych czynności resuscytacyjnych. W badaniu własnym [49] resuscytacja podejmowana była przez zespoły ratownictwa medycznego zaledwie w 56,5% interwencji.

W badaniu pierwszym [49] będącym retrospektywną analizą wyjazdowości zespołów ratownictwa medycznego na terenie województwa mazowieckiego do pacjentów z zatrzymaniem krążenia wykazało, iż głównym rytmem obserwowanym

podczas oceny elektrokardiograficznej była asystolia - obserwowana w 75,9% przypadków, czynność elektryczna bez tętna obserwowana była w 11,8% przypadków, zaś rytmy defibrylacyjne (migotanie komór bądź częstoskurcz komorowy bez tętna) – w 12,3% przypadków. Z kolei wyniki meta-analizy pięciu badań wskazują, iż częstość występowania rytmów defibrylacyjnych u pacjentów z OHCA w okresie pandemii wynosi ok. 5,7%, podczas gdy przed pandemią było to 37,4% ( $p=0,04$ ).

Jak wskazuje Hubert i wsp. ekstrapolowana roczna częstość występowania OHCA na 100 000 mieszkańców wynosi ogółem 91,9, przy czym dla COVID-19 OHCA występującego w domu wynosi 17,6 [77].

Podsumowując, zatrzymanie krążenia w fazie przedszpitalnej od wewnątrzszpitalnej różni się zarówno w zakresie częstości powrotu spontanicznego krążenia jak również przeżywalności do wypisu ze szpitala. Zgodnie z wytycznymi Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego przeżywalność do wypisu ze szpitala w przypadku OHCA i IHCA różni się diametralnie i wynosi odpowiednio 10,6% oraz 25,5% [3]. Przeprowadzona meta-analiza dotycząca pozaszpitalnego zatrzymania krążenia wskazywała na ROSC na poziomie 13,3% w okresie pandemii COVID-19 oraz 26,5% w okresie poprzedzającym pandemię ( $p<0,001$ ), z kolei przeżywalność do wypisu ze szpitala wynosiła odpowiednio 0,5% oraz 2,6%; ( $p<0,001$ ). W przypadku wewnątrzszpitalnego zatrzymania krążenia ROSC odnotowano 48,7% oraz 51,9% ( $p=0,16$ ), z kolei przeżywalność do wypisu ze szpitala wynosiła 34,1% oraz 32,8% ( $p=0,25$ ). Negatywny wpływ pandemii COVID-19 jest zatem tym bardziej widoczny w zakresie pozaszpitalnego zatrzymania krążenia. Wydłużenie czasu dojazdu zespołów ratownictwa medycznego tym samym dłuższe niedotlenienie pacjenta [78-80], czy też niejednokrotnie mniej efektywne wykonywanie procedur medycznych przez personel ubrany w pełne kombinezony ochronne [45,81] mogą mieć negatywny wpływ na efektywność resuscytacji krążeniowo – oddechowej a tym samym na przeżywalność tej grupy pacjentów.

## 5. WNIOSKI

Przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- Wydłużenie czasu dojazdu zespołu ratownictwa medycznego w dobie pandemii zmniejsza szanse na przeżycie pacjenta
- W początkowym okresie pandemii COVID-19 śmiertelność w wyniku zatrzymania krążenia poza szpitalem w populacji mieszkańców Mazowsza pomimo iż jest wysoka nie różni się od wyników uzyskiwanych w innych badaniach.
- Pandemia COVID-19 w porównaniu z okresem przedpandemicznym nie wpłynęła na zmniejszenie częstotliwości podejmowania resuscytacji krążeniowo – oddechowej przez świadków zdarzenia.
- Współwystępowanie COVID-19 u pacjentów z zatrzymaniem krążenia tak w warunkach przedszpitalnych jak i wewnątrzszpitalnych wpływa na redukcję częstotliwości występowania rytmów do defibrylacji jak również zmniejsza szanse na przeżycie do wypisu ze szpitala.



## 6. OŚWIADCZENIA AUTORÓW PUBLIKACJI

Prof. dr hab. n. med.  
Miłosz J. Jaguszewski

.....  
(imię i nazwisko)

Gdańsk, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Smereka J, Safiejko K, Nadolny K, Maslanka M, Filipiak KJ, Jaguszewski MJ, Szarpak L. Out-of-hospital cardiac arrest treated by emergency medical service teams during COVID-19 pandemic: A retrospective cohort study. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 1, 15–22. DOI: 10.5603/CJ.a2020.0135

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: poszukiwaniu piśmiennictwa oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.



.....  
Prof. dr hab. n. med. Miłosz J. Jaguszewski

(podpis oświadczającego)

Prof. dr hab. n. med.  
Krzysztof J. Filipiak

.....  
(imię i nazwisko)

Warszawa, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Smereka J, Safiejko K, Nadolny K, Maslanka M, Filipiak KJ, Jaguszewski MJ, Szarpak L. Out-of-hospital cardiac arrest treated by emergency medical service teams during COVID-19 pandemic: A retrospective cohort study. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 1, 15–22. DOI: 10.5603/CJ.a2020.0135

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współdziałanie w: poszukiwaniu piśmiennictwa oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.

**REKTOR**  
  
prof. dr hab. n. med. Krzysztof J. Filipiak

.....  
Prof. dr hab. n. med. Krzysztof J. Filipiak  
(podpis oświadczającego)

Dr hab. n. med. Jacek Smereka

.....  
(imię i nazwisko)

Wrocław, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Smereka J, Safiejko K, Nadolny K, Maslanka M, Filipiak KJ, Jaguszewski MJ, Szarpak L. *Out-of-hospital cardiac arrest treated by emergency medical service teams during COVID-19 pandemic: A retrospective cohort study*. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 1, 15–22. DOI: 10.5603/CJ.a2020.0135 oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: poszukiwaniu piśmiennictwa oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie ww. pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.

Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu  
WYDZIAŁ NAUK O ZDROWIU  
ZAKŁAD RATOWNICTWA  
MEDYCZNEGO  
Kierownik  
  
dr hab. Jacek Smereka  
profesor uczelni

.....  
Dr hab. n. med. Jacek Smereka, prof UMW  
(podpis oświadczającego)

Dr hab. n. med. Łukasz Szarpak

.....  
(imię i nazwisko)

Warszawa, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

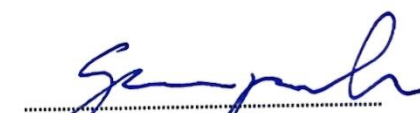
## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Smereka J, Safiejko K, Nadolny K, Maslanka M, Filipiak KJ, Jaguszewski MJ, Szarpak L. Out-of-hospital cardiac arrest treated by emergency medical service teams during COVID-19 pandemic: A retrospective cohort study. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 1, 15–22. DOI: 10.5603/CJ.a2020.0135

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: opracowaniu metodologii, analizie danych, poszukiwaniu piśmiennictwa oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 20%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.

  
.....  
Dr hab. n. med. Łukasz Szarpak  
(podpis oświadczającego)

Dr Maciej Maślanka

.....  
(imię i nazwisko)

Warszawa, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Smereka J, Safiejko K, Nadolny K, Maslanka M, Filipiak KJ, Jaguszewski MJ, Szarpak L. Out-of-hospital cardiac arrest treated by emergency medical service teams during COVID-19 pandemic: A retrospective cohort study. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 1, 15–22. DOI: 10.5603/CJ.a2020.0135

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: opracowaniu danych z wyjazdowości pogotowia ratunkowego oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.



.....  
Dr Maciej Maślanka

(podpis oświadczającego)

Dr Klaudiusz Nadolny

.....  
(imię i nazwisko)

Katowice, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Smereka J, Safiejko K, Nadolny K, Maslanka M, Filipiak KJ, Jaguszewski MJ, Szarpak L. Out-of-hospital cardiac arrest treated by emergency medical service teams during COVID-19 pandemic: A retrospective cohort study. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 1, 15–22. DOI: 10.5603/CJ.a2020.0135

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współdziałanie w poszukiwaniu piśmiennictwa oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.

  
.....  
Dr Klaudiusz Nadolny

(podpis oświadczającego)

Dr n. med. Aleksandra Gąsecka

Warszawa, 30/11/2021

\_\_\_\_\_  
(imię i nazwisko)

\_\_\_\_\_  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Jaguszewski MJ, Koda M, Gasecka A, Szarpak A, Gilis-Malinowska N, Safiejko K, Szarpak L, Filipiak KJ, Smereka J. Impact of Coronavirus Disease 2019 on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Rate: A Systematic Review with Meta-Analysis. J. Clin. Med. 2021, 10, 1209. doi: 10.3390/jcm10061209

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współdziałanie w przeszukiwaniu baz danych oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.

Aleksandra Gąsecka

Aleksandra Gąsecka  
LEKARZ  
3166606

Dr n. med. Aleksandra Gąsecka

(podpis oświadczającego)



Dr Kamil Safiejko

(imię i nazwisko)

Białystok, 30/11/2021

(miejsowość, data)

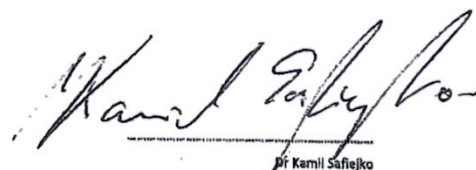
## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Smereka J, Safiejko K, Nadolny K, Maslanka M, Filipiak KJ, Jaguszewski MJ, Szarpak L. Out-of-hospital cardiac arrest treated by emergency medical service teams during COVID-19 pandemic: A retrospective cohort study. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 1, 15–22. DOI: 10.5603/CJ.a2020.0135

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: poszukiwaniu piśmiennictwa oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.



Dr Kamil Safiejko

(podpis oświadczającego)

Dr hab. Mariusz Koda

(imię i nazwisko)

Białystok, 30/11/2021

(miejsowość, data)

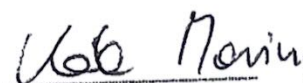
## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Jaguszewski MJ, Koda M, Gasecka A, Szarpak A, Gilis-Malinowska N, Safiejko K, Szarpak L, Filipiak KJ, Smereka J. Impact of Coronavirus Disease 2019 on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Rate: A Systematic Review with Meta-Analysis. J. Clin. Med. 2021, 10, 1209. doi: 10.3390/jcm10061209

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: wizualizacji danych oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.



Dr hab. Mariusz Koda

(podpis oświadczającego)

Dr Kamil Safiejko

(imię i nazwisko)

Białystok, 30/11/2021

(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Jaguszewski MJ, Koda M, Gasecka A, Szarpak A, Gilis-Malinowska N, Safiejko K, Szarpak L, Filipiak KJ, Smereka J. Impact of Coronavirus Disease 2019 on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Rate: A Systematic Review with Meta-Analysis. J. Clin. Med. 2021, 10, 1209. doi: 10.3390/jcm10061209

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współdziałanie w wizualizacji danych oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.



Dr Kamil Safiejko

(podpis oświadczającego)

Dr hab. n. med. Łukasz Szarpak

.....  
(imię i nazwisko)

Warszawa, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

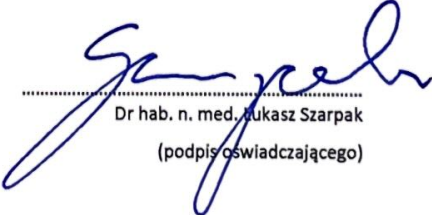
## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Jaguszewski MJ, Koda M, Gasecka A, Szarpak A, Gilis-Malinowska N, Safiejko K, Szarpak L, Filipiak KJ, Smereka J. Impact of Coronavirus Disease 2019 on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Rate: A Systematic Review with Meta-Analysis. J. Clin. Med. 2021, 10, 1209. doi: 10.3390/jcm10061209

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: opracowaniu metodologii, analizą formalną i walidacją, nadzorze nad badaniem oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 15%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.

  
.....  
Dr hab. n. med. Łukasz Szarpak  
(podpis oświadczającego)

Prof. dr hab. n. med.  
Miłosz J. Jaguszewski

.....  
(imię i nazwisko)

Gdańsk, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

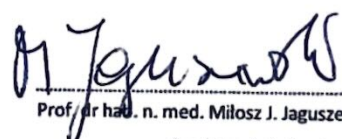
## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Jaguszewski MJ, Koda M, Gasecka A, Szarpak A, Gilis-Malinowska N, Safiejko K, Szarpak L, Filipiak KJ, Smereka J. Impact of Coronavirus Disease 2019 on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Rate: A Systematic Review with Meta-Analysis. J. Clin. Med. 2021, 10, 1209. doi: 10.3390/jcm10061209

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: analizie formalnej danych oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.

  
.....  
Prof. dr hab. n. med. Miłosz J. Jaguszewski  
(podpis oświadczającego)

Prof. dr hab. n. med.  
Krzysztof J. Filipiak

.....  
(imię i nazwisko)

Warszawa, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)


## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Jaguszewski MJ, Koda M, Gasecka A, Szarpak A, Gilis-Malinowska N, Safiejko K, Szarpak L, Filipiak KJ, Smereka J. Impact of Coronavirus Disease 2019 on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Rate: A Systematic Review with Meta-Analysis. J. Clin. Med. 2021, 10, 1209. doi: 10.3390/jcm10061209

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współdziałanie w: nadzorze nad badaniem oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.

**REKTOR**  
  
Prof. dr hab. n. med. Krzysztof J. Filipiak  
.....  
Prof. dr hab. n. med. Krzysztof J. Filipiak  
(podpis oświadczającego)

Natasza Gilis-Malinowska

.....  
(imię i nazwisko)

Gdańsk, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Jaguszewski MJ, Koda M, Gasecka A, Szarpak A, Gilis-Malinowska N, Safiejko K, Szarpak L, Filipiak KJ, Smereka J. Impact of Coronavirus Disease 2019 on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Rate: A Systematic Review with Meta-Analysis. J. Clin. Med. 2021, 10, 1209. doi: 10.3390/jcm10061209

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: zapewnieniu dostępu do baz danych oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.



.....  
Natasza Gilis-Malinowska  
(podpis oświadczającego)

Dr hab. n. med. Jacek Smereka

.....  
(imię i nazwisko)

Wrocław, 30/11/2021

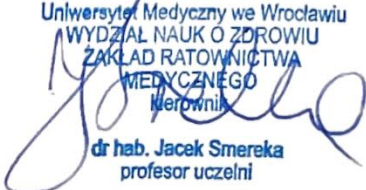
.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Jaguszewski MJ, Koda M, Gasecka A, Szarpak A, Gilis-Malinowska N, Safiejko K, Szarpak L, Filipiak KJ, Smereka J. *Impact of Coronavirus Disease 2019 on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Rate: A Systematic Review with Meta-Analysis*. J. Clin. Med. 2021, 10, 1209. doi: 10.3390/jcm10061209 oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: nadzorze nad badaniem oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie ww. pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.

Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu  
WYDZIAŁ NAUK O ZDROWIU  
ZAKŁAD RATOWNICTWA  
MEDYCZNEGO  
Kierownik  
  
dr hab. Jacek Smereka  
profesor uczelni

.....  
Dr hab. n. med. Jacek Smereka, prof UMW

(podpis oświadczającego)



Agnieszka Szarpak

.....  
(imię i nazwisko)

Lublin, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Borkowska MJ, Jaguszewski MJ, Koda M, Gasecka A, Szarpak A, Gilis-Malinowska N, Safiejko K, Szarpak L, Filipiak KJ, Smereka J. Impact of Coronavirus Disease 2019 on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Rate: A Systematic Review with Meta-Analysis. J. Clin. Med. 2021, 10, 1209. doi: 10.3390/jcm10061209

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: przeszukiwaniem baz danych oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.

  
.....  
Agnieszka Szarpak  
(podpis oświadczającego)

Prof. Zubaid Rafique

.....  
(Name)

Houston, TX, 03 Feb 2022

.....  
(City, Date)

### STATEMENT

As a co-author of the work:

Szarpak L, Borkowska M, Peacock FW, Rafique Z, Gasecka A, Smereka J, Pytkowska K, Jachowicz M, Iskrzycki L, Gilis-Malinowska N, Jaguszewski MJ. Characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest in COVID-19. A systematic review and meta-analysis. *Cardiol J.* 2021;28(4):503-508. doi: 10.5603/CJ.a2021.0043.

I declare that my own substantive contribution to the preparation, conduct and development of the research and presentation of the work in the form of a publication is: editing of final version of the manuscript. I define my percentage share in the preparation of the publication as 5%.

At the same time, I consent to the use of the above-mentioned article as part of Magdalena Borkowska doctoral dissertation.



.....  
Zubaid Rafique (signature)

Prof. W. Frank Peacock

.....  
(Name)

Houston, TX, 03 Feb 2022

.....  
(City, Date)

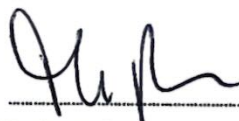
### STATEMENT

As a co-author of the work:

Szarpak L, Borkowska M, Peacock FW, Rafique Z, Gasecka A, Smereka J, Pytkowska K, Jachowicz M, Iskrzycki L, Gilis-Malinowska N, Jaguszewski MJ. Characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest in COVID-19. A systematic review and meta-analysis. *Cardiol J.* 2021;28(4):503-508. doi: 10.5603/CJ.a2021.0043.

I declare that my own substantive contribution to the preparation, conduct and development of the research and presentation of the work in the form of a publication is: editing of final version of the manuscript. I define my percentage share in the preparation of the publication as 5%.

At the same time, I consent to the use of the above-mentioned thesis as part of Magdalena Borkowska doctoral dissertation.



.....  
W. Frank Peacock

(signature)

Prof. dr hab. n. med.  
Miłosz J. Jaguszewski

.....  
(imię i nazwisko)

Gdańsk, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Szarpak L, Borkowska M, Peacock FW, Rafique Z, Gasecka A, Smereka J, Pytkowska K, Jachowicz M, Iskryzcki L, Gilis-Malinowska N, Jaguszewski MJ. Characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest in COVID-19. A systematic review and meta-analysis. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 4, 503–508. DOI: 10.5603/CJ.a2021.0043

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: poszukiwaniu piśmiennictwa oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.

  
.....  
Prof. dr hab. n. med. Miłosz J. Jaguszewski  
(podpis oświadczającego)

Natasza Gilis-Malinowska

.....  
(imię i nazwisko)

Gdańsk, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Szarpak L, Borkowska M, Peacock FW, Rafique Z, Gasecka A, Smereka J, Pytkowska K, Jachowicz M, Iskryzcki L, Gilis-Malinowska N, Jaguszewski MJ. Characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest in COVID-19. A systematic review and meta-analysis. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 4, 503–508. DOI: 10.5603/CJ.a2021.0043

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: poszukiwaniu piśmiennictwa oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.



.....  
Natasza Gilis-Malinowska  
(podpis oświadczającego)

Dr n. med. Aleksandra Gąsecka

Warszawa, 30/11/2021

.....  
(imię i nazwisko)

.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Szarpak L, Borkowska M, Peacock FW, Rafique Z, Gasecka A, Smereka J, Pytkowska K, Jachowicz M, Iskryzcki L, Gilis-Malinowska N, Jaguszewski MJ. Characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest in COVID-19. A systematic review and meta-analysis. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 4, 503–508. DOI: 10.5603/CJ.a2021.0043

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w analizie danych oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.

Aleksandra Gąsecka

Aleksandra Gąsecka  
LEKARZ  
3166606

.....  
Dr n. med. Aleksandra Gąsecka

(podpis oświadczającego)

Dr Katarzyna Pytkowska

.....  
(imię i nazwisko)

Warszawa, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Szarpak L, Borkowska M, Peacock FW, Rafique Z, Gasecka A, Smereka J, Pytkowska K, Jachowicz M, Iskryzcki L, Gilis-Malinowska N, Jaguszewski MJ. Characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest in COVID-19. A systematic review and meta-analysis. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 4, 503–508. DOI: 10.5603/CJ.a2021.0043

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.



.....  
Dr Katarzyna Pytkowska

(podpis oświadczającego)

Marta Jachowicz

.....  
(imię i nazwisko)

Warszawa, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Szarpak L, Borkowska M, Peacock FW, Rafique Z, Gasecka A, Smereka J, Pytkowska K, Jachowicz M, Iskryzcki L, Gilis-Malinowska N, Jaguszewski MJ. Characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest in COVID-19. A systematic review and meta-analysis. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 4, 503–508. DOI: 10.5603/CJ.a2021.0043

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.



.....  
Marta Jachowicz

(podpis oświadczającego)



Dr hab. n. med. Łukasz Szarpak

.....  
(imię i nazwisko)

Warszawa, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

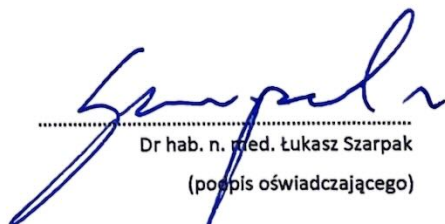
## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Szarpak L, Borkowska M, Peacock FW, Rafique Z, Gasecka A, Smereka J, Pytkowska K, Jachowicz M, Iskryzcki L, Gilis-Malinowska N, Jaguszewski MJ. Characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest in COVID-19. A systematic review and meta-analysis. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 4, 503–508. DOI: 10.5603/CJ.a2021.0043

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: poszukiwaniu piśmiennictwa, analizie danych oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.

  
.....  
Dr hab. n. med. Łukasz Szarpak

(popis oświadczającego)

Dr Łukasz Iskrzycki

.....  
(imię i nazwisko)

Wrocław, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Szarpak L, Borkowska M, Peacock FW, Rafique Z, Gasecka A, Smereka J, Pytkowska K, Jachowicz M, Iskrzycki L, Gilis-Malinowska N, Jaguszewski MJ. Characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest in COVID-19. A systematic review and meta-analysis. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 4, 503–508. DOI: 10.5603/CJ.a2021.0043

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: poszukiwaniu piśmiennictwa oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.



.....  
Dr Łukasz Iskrzycki

(podpis oświadczającego)

Dr hab. n. med. Jacek Smereka

.....  
(imię i nazwisko)

Wrocław, 30/11/2021

.....  
(miejsowość, data)

## OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy:

Szarpak L, Borkowska M, Peacock FW, Rafique Z, Gasecka A, Smereka J, Pytkowska K, Jachowicz M, Iskryzcki L, Gilis-Malinowska N, Jaguszewski MJ. *Characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest in COVID-19. A systematic review and meta-analysis*. *Cardiology Journal* 2021, Vol. 28, No. 4, 503–508. DOI: 10.5603/CJ.a2021.0043

oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współdziałanie w: poszukiwaniu piśmiennictwa oraz opracowaniu finalnej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie ww. pracy jako części rozprawy doktorskiej Magdaleny Borkowskiej.

Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu  
WYDZIAŁ NAUK O ZDROWIU  
ZAKŁAD RATOWNICTWA  
MEDYCZNEGO  
Kierownik  
  
dr hab. Jacek Smereka  
profesor uczelni

.....  
Dr hab. n. med. Jacek Smereka, prof UMW  
(podpis oświadczającego)

## 7. SPIS RYCIN

Rycina 1. Łącuch przeżycia w oparciu o wytyczne Europejskiej Rady Resuscytacji.. ...	22
Rycina 2. Łącuch przeżycia wewnątrz i poza-szpitalnego zatrzymania krążenia w oparciu o wytyczne Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego. ....	22
Rycina 3. Sposób prowadzenia resuscytacji krążeniowo - oddechowej w zależności od poziomu przeszkolenia. ....	24
Rycina 4. Schemat podstawowych zabiegów resuscytacyjnych w oparciu o wytyczne Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego. ....	25
Rycina 5. Algorytm zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych w oparciu o wytyczne Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego. ....	27

## 8. PIŚMIENNICTWO

1. Chien CY, Tsai SL, Tsai LH, i wsp. Impact of Transport Time and Cardiac Arrest Centers on the Neurological Outcome After Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Retrospective Cohort Study. *J Am Heart Assoc.* 2020; 9(11): e015544. doi: 10.1161/JAHA.119.015544.
2. Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, I wsp. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation.* 2021; 161: 1-60. doi: 10.1016/j.resuscitation.2021.02.003.
3. Merchant RM, Topjian AA, Panchal AR, i wsp. Part 1: Executive Summary: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 2020; 142(16\_suppl\_2): S337-S357. doi: 10.1161/CIR.0000000000000918.
4. Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation* 2010; 81: 1479-1487. doi: 10.1016/j.resuscitation.2010.08.006.
5. Grasner JT, Herlitz J, Koster RW, Rosell-Ortiz F, Stamatakis L, Bossaert L. Quality management in resuscitation-towards a European cardiac arrest registry (EuReCa). *Resuscitation* 2011; 82: 989-994. doi: 10.1016/j.resuscitation.2011.02.047.
6. Grasner JT, Bossaert L. Epidemiology and management of cardiac arrest: what registries are revealing. *Best practice & research Clinical anaesthesiology* 2013; 27: 293-306. doi: 10.1016/j.bpa.2013.07.008.
7. Nadolny K, Gotlib J, Panczyk M. Epidemiologia nagłego zatrzymania krążenia w opiece przedszpitalnej na terenie województwa śląskiego. *Wiadomości Lekarskie* 2018; LXXI: 1: 193-200.
8. Arrogante O, González-Romero GM, Carrión-García L, Polo A. Reversible causes of cardiac arrest: Nursing competency acquisition and clinical simulation satisfaction in undergraduate nursing students. *Int Emerg Nurs.* 2021; 54: 100938. doi: 10.1016/j.ienj.2020.100938.
9. Panchal AR, Bartos JA, Cabañas JG, i wsp. Part 3: Adult Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary

- Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2020 Oct 20;142(16\_suppl\_2):S366-S468. doi: 10.1161/CIR.0000000000000916.
10. Paratz ED, Rowsell L, Zentner D, i wsp. Cardiac arrest and sudden cardiac death registries: a systematic review of global coverage. *Open Heart*. 2020; 7(1): e001195. doi: 10.1136/openhrt-2019-001195.
  11. Ewer MS, Kish SK, Martin CG, Price KJ, Feeley TW. Characteristics of cardiac arrest in cancer patients as a predictor of survival after cardiopulmonary resuscitation. *Cancer*. 2001; 92(7): 1905-1912. doi: 10.1002/1097-0142(20011001)92.
  12. DeVita MA. The death watch: certifying death using cardiac criteria. *Prog Transplant*. 2001; 11(1): 58-66. doi: 10.7182/prtr.11.1.x4k02600k1415516.
  13. Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, i wsp. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2015. *Resuscitation*. 2015; 95: 1-80. doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.038.
  14. Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation*. 2010; 81: 1479-1487. doi: 10.1016/j.resuscitation.2010.08.006.
  15. Cebula GM, Osadnik S, Wysocki M, i wsp. Comparison of the early effects of out-of-hospital resuscitation in selected urban and rural areas in Poland. A preliminary report from the Polish Cardiac Arrest Registry by the Polish Resuscitation Council. *Kardiol Pol*. 2016; 74: 356-361. doi: 10.5603/KP.a2016.0001.
  16. Nadolny K, Zyśko D, Obremaska M, et al. Analysis of out-of-hospital cardiac arrest in Poland in a 1-year period: data from the POL-OHCA registry. *Kardiol Pol*. 2020; 78: 404-411. doi: 10.33963/KP.15241.
  17. Grunau B, Reynolds J, Scheuermeyer F, i wsp. Relationship between time-to-ROSC and survival in out-of-hospital cardiac arrest ECPR candidates: when is the best time to consider transport to hospital? *Prehosp Emerg Care*. 2016; 20: 615-622.
  18. Reynolds JC, Grunau BE, Elmer J, i wsp. Prevalence, natural history, and time-dependent outcomes of a multi-center north American cohort of out-of-

- hospital cardiac arrest extracorporeal CPR candidates. *Resuscitation*. 2017; 117: 24-31. doi: 10.1016/j.resuscitation.2017.05.024.
19. Kuroki N, Abe D, Iwama T, i wsp. Association between delay to coronary reperfusion and outcome in patients with acute coronary syndrome undergoing extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2017; 114: 1-6. doi: 10.1016/j.resuscitation.2017.02.007.
  20. Sandroni C, Nolan J, Cavallaro F, i wsp. In-hospital cardiac arrest: incidence, prognosis and possible measures to improve survival. *Intensive Care Med*. 2007; 33(2): 237–245, doi: 10.1007/s00134-006-0326-z.
  21. Yilmaz S, Omurlu I. Survival after cardiopulmonary arrest in a tertiary care hospital in Turkey. *Annals of Saudi Medicine*. 2019; 39(2): 92–99, doi: 10.5144/0256-4947.2019.07.03.1400.
  22. Schlupe M, Gravesteijn BY, Stolker RJ, i wsp. One-year survival after in-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2018; 132: 90–100, doi: 10.1016/j.resuscitation.2018.09.001
  23. Girotra S, Nallamothu BK, Spertus JA, i wsp. American Heart Association Get with the Guidelines–Resuscitation Investigators. Trends in survival after in-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2012; 367(20): 1912–1920, doi: 10.1056/NEJMoa1109148
  24. Merchant RM, Yang L, Becker LB, i wsp. American Heart Association Get with The Guidelines-Resuscitation Investigators. Incidence of treated cardiac arrest in hospitalized patients in the United States. *Crit Care Med*. 2011; 39(11): 2401–2406, doi: 10.1097/CCM.0b013e3182257459.
  25. Riley LE, Mehta HJ, Lascano J. Single-center In-hospital Cardiac Arrest Outcomes. *Indian J Crit Care Med*. 2020; 24(1): 44–48, doi: 10.5005/jp-journals-10071-23327
  26. Qazi AH, Kennedy K, Bradley SM, i wsp. American Heart Association Get with the Guidelines Resuscitation Investigators. Impact of timing of cardiac arrest during hospitalization on survival outcomes and subsequent length of stay. *Resuscitation*. 2017; 121: 117–122, doi: 10.1016/j.resuscitation.2017.10.003

27. Aitchison R, Aitchison P, Wang E, Kharasch M. A review of cardiopulmonary resuscitation and its history. *Dis Mon.* 2013; 59(5): 165-167. doi: 10.1016/j.disamonth.2013.03.002.
28. Slutsky AS. History of Mechanical Ventilation. From Vesalius to Ventilator-induced Lung Injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 2015; 191(10): 1106-1115. doi: 10.1164/rccm.201503-0421PP.
29. Eisenberg MS, Chamberlain D. 50 years of prehospital resuscitation: Reflection and celebration. *Resuscitation.* 2017; 116: A11-A12. doi: 10.1016/j.resuscitation.2017.05.008.
30. Asai T. History of Resuscitation :4. Development of Resuscitation in the Mid-18 Century-4 : External Stimulation to the Body. *Masui.* 2017; 66(5): 571-578.
31. LaHood N, Moukabary T. History of cardiopulmonary resuscitation. *Cardiol J.* 2009; 16(5): 487-488.
32. Beckers SK, Fries M. Therapeutic mild hypothermia in cardiac arrest: a history of success? *Minerva Anesthesiol.* 2010; 76(10): 778-779.
33. Singletary EM, Zideman DA, Bendall JC, i wsp. 2020 International Consensus on First Aid Science With Treatment Recommendations. *Resuscitation.* 2020; 156: A240-A282. doi: 10.1016/j.resuscitation.2020.09.016.
34. Leong BS. Bystander CPR and survival. *Singapore Med J.* 2011; 52(8): 573-575.
35. Mentzelopoulos SD, Slowther AM, Fritz Z, i wsp. Ethical challenges in resuscitation. *Intensive Care Med.* 2018; 44(6): 703-716. doi: 10.1007/s00134-018-5202-0.
36. Kopar PK, Brown DE, Turnbull IR. Ethics of Codes and Codes of Ethics: When Is It Ethical to Provide Cardiopulmonary Resuscitation During the COVID-19 Pandemic? *Ann Surg.* 2020 ; 272(6): 930-934. doi: 10.1097/SLA.0000000000004318.
37. Szarpak L, Ruetzler K, Dabrowski M, Nadolny K, Ladny JR, Smereka J, Jaguszewski M, Filipiak KJ. Dilemmas in resuscitation of COVID-19 patients based on current evidence. *Cardiol J.* 2020; 27(3): 327-328. doi: 10.5603/CJ.a2020.0066.
38. Topjian AA, Raymond TT, Atkins D, I wsp. Part 4: Pediatric Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary



- Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2020; 142(16\_suppl\_2): S469-S523. doi: 10.1161/CIR.0000000000000901.
39. Aziz K, Lee CHC, Escobedo MB, I wsp. Part 5: Neonatal Resuscitation 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Pediatrics*. 2021; 147(Suppl 1): e2020038505E. doi: 10.1542/peds.2020-038505E.
40. Perkins GD, Neumar R, Monsieurs KG, i wsp. The International Liaison Committee on Resuscitation-Review of the last 25 years and vision for the future. *Resuscitation*. 2017; 121: 104-116. doi: 10.1016/j.resuscitation.2017.09.029.
41. Javaudin F, Raiffort J, Desce N, I wsp. Neurological Outcome of Chest Compression-Only Bystander CPR in Asphyxial and Non-Asphyxial Out-Of-Hospital Cardiac Arrest: An Observational Study. *Prehosp Emerg Care*. 2021; 25(6): 812-821. doi: 10.1080/10903127.2020.1852354.
42. Ewy GA, Zuercher M, Hilwig RW, I wsp. Improved neurological outcome with continuous chest compressions compared with 30:2 compressions-to-ventilations cardiopulmonary resuscitation in a realistic swine model of out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2007; 116(22): 2525-2530. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.711820.
43. Smereka J, Szarpak L, Rodríguez-Núñez A, Ladny JR, Leung S, Ruetzler K. A randomized comparison of three chest compression techniques and associated hemodynamic effect during infant CPR: A randomized manikin study. *Am J Emerg Med*. 2017; 35(10): 1420-1425. doi: 10.1016/j.ajem.2017.04.024.
44. Nolan JP, Monsieurs KG, Bossaert L, I wsp. European Resuscitation Council COVID-19 guidelines executive summary. *Resuscitation*. 2020; 153: 45-55. doi: 10.1016/j.resuscitation.2020.06.001.
45. Malysz M, Dabrowski M, Böttiger BW, i wsp. Resuscitation of the patient with suspected/confirmed COVID-19 when wearing personal protective equipment: A randomized multicenter crossover simulation trial. *Cardiol J*. 2020; 27(5): 497-506. doi: 10.5603/CJ.a2020.0068.
46. Barycka K, Dzieciatkowski T, Drozd A, Szarpak Ł, Jaguszewski MJ, Filipiak KJ. Should emergency medical service staff use respirators with filtered valve in

- COVID-19 pandemic? *Adv Respir Med.* 2020; 88(6): 638-639. doi: 10.5603/ARM.a2020.0167.
47. Perkins GD, Morley PT, Nolan JP, I wsp. International Liaison Committee on Resuscitation: COVID-19 consensus on science, treatment recommendations and task force insights. *Resuscitation.* 2020; 151: 145-147. doi: 10.1016/j.resuscitation.2020.04.035.
48. Rafique Z, Szarpak L, Chirico F, Szarpak Ł. Airway management in personal protective equipment conditions. *Adv Respir Med.* 2021; 89(5): 554-555. doi: 10.5603/ARM.a2021.0078.
49. Borkowska MJ, Smereka J, Safiejko K, Nadolny K, Maslanka M, Filipiak KJ, Jaguszewski MJ, Szarpak L. Out-of-hospital cardiac arrest treated by emergency medical service teams during COVID-19 pandemic: A retrospective cohort study. *Cardiol J.* 2021; 28(1): 15-22. doi: 10.5603/CJ.a2020.0135.
50. Borkowska MJ, Jaguszewski MJ, Koda M, Gasecka A, Szarpak A, Gilis-Malinowska N, Safiejko K, Szarpak L, Filipiak KJ, Smereka J. Impact of Coronavirus Disease 2019 on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Rate: A Systematic Review with Meta-Analysis. *J Clin Med.* 2021 Mar 15; 10(6): 1209. doi: 10.3390/jcm10061209.
51. Szarpak L, Borkowska M, Peacock FW, Rafique Z, Gasecka A, Smereka J, i wsp. Characteristics and outcomes of in-hospital cardiac arrest in COVID-19. A systematic review and meta-analysis. *Cardiol J.* 2021; 28(4): 503-508. doi: 10.5603/CJ.a2021.0043.
52. Baert V, Jaeger D, Hubert H, Lascarrou JB, Debaty G, Chouihed T, Javaudin F, on Behalf of the GR-RéAC. Assessment of changes in cardiopulmonary resuscitation practices and outcomes on 1005 victims of out-of-hospital cardiac arrest during the COVID-19 outbreak: A registry-based study. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2020; 28: 119. doi: 10.1186/s13049-020-00813-x.
53. Baldi E, Sechi GM, Mare C, i wsp. COVID-19 kills at home: The close relationship between the epidemic and the increase of out-of-hospital cardiac arrests. *Eur. Heart J.* 2020, 41, 3045–3054. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa508.
54. Cho JW, Jung H, Lie MJ, i wsp. Preparedness of personal protective equipment and implementation of new CPR strategies for patients with out-of-hospital

- cardiac arrest in the COVID-19 era. *Resusc. Plus* 2020; 3: 100015. doi: 10.1016/j.resplu.2020.100015.
55. Fothergill RT, Smith AL, Wrigley F, Perkins GD. Out-of-Hospital Cardiac Arrest in London during the COVID-19 pandemic. *Resusc. Plus* 2021, 5, 100066. doi: 10.1016/j.resplu.2020.100066.
56. Sultanian P, Lundgren P, Strömsöe A, i wsp. Cardiac arrest in COVID-19: Characteristics and outcomes of in- and out-of-hospital cardiac arrest. A report from the Swedish Registry for Cardiopulmonary Resuscitation. *Eur Heart J.* 2021; 42(11): 1094-1106. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa1067.
57. Edgren E, Hedstrand U, Kelsey S, et al. Assessment of neurological prognosis in comatose survivors of cardiac arrest. BRCT I Study Group. *Lancet.* 1994; 343(8905): 1055–1059.
58. Moher D, Shamseer L, Clarke M, i wsp. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst. Rev.* 2015, 4, 1.
59. <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> (Dostęp: 25 stycznia 2022 r.)
60. Polack FP, Thomas SJ, Kitchin N, i wsp. Safety and Efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine. *N Engl J Med.* 2020; 383(27): 2603-2615. doi: 10.1056/NEJMoa2034577.
61. Hodgson SH, Mansatta K, Mallett G, Harris V, Emary KRW, Pollard AJ. What defines an efficacious COVID-19 vaccine? A review of the challenges assessing the clinical efficacy of vaccines against SARS-CoV-2. *Lancet Infect Dis.* 2021; 21(2): e26-e35. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30773-8.
62. Soleimanpour S, Yaghoubi A. COVID-19 vaccine: where are we now and where should we go? *Expert Rev Vaccines.* 2021; 20(1): 23-44. doi: 10.1080/14760584.2021.1875824.
63. Syväoja S, Salo A, Uusaro A, Jäntti H, Kuisma M. Witnessed out-of-hospital cardiac arrest- effects of emergency dispatch recognition. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2018; 62(4): 558-567. doi: 10.1111/aas.13051.
64. Hingley S, Booth A, Hodgson J, Langworthy K, Shimizu N, Maconochie I. Concordance between the 2010 and 2015 Resuscitation Guidelines of International Liaison Committee of Resuscitation Councils (ILCOR) members and

- the ILCOR Consensus of Science and Treatment Recommendations (CoSTRs). *Resuscitation*. 2020; 151: 111-117. doi: 10.1016/j.resuscitation.2020.04.001.
65. Nordberg P, Hollenberg J, Herlitz J, Rosenqvist M, Svensson L. Aspects on the increase in bystander CPR in Sweden and its association with outcome. *Resuscitation*. 2009; 80(3): 329-333. doi: 10.1016/j.resuscitation.2008.11.013.
66. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, I wsp. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation*. 2015; 95: 81-99. doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.015.
67. Fujie K, Nakata Y, Yasuda S, Mizutani T, Hashimoto K. Do dispatcher instructions facilitate bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation and improve outcomes in patients with out-of-hospital cardiac arrest? A comparison of family and non-family bystanders. *Resuscitation*. 2014; 85(3): 315-319. doi: 10.1016/j.resuscitation.2013.11.013.
68. Bielski K, Bottinger BW, Pruc M, i wsp. Outcomes of audio-instructed and video-instructed dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Medicine* 2022; doi: 10.1080/07853890.2022.2032314
69. Siman-Tov M, Strugo R, Podolsky T, Rosenblat I, Blushtein O. Impact of dispatcher assisted CPR on ROSC rates: A National Cohort Study. *Am J Emerg Med*. 2021; 44: 333-338. doi: 10.1016/j.ajem.2020.04.037.
70. Andersen LW, Holmberg MJ, Berg KM, Donnino MW, Granfeldt A. In-Hospital Cardiac Arrest: A Review. *JAMA*. 2019; 321(12): 1200-1210. doi: 10.1001/jama.2019.1696.
71. Zimmerman DS, Tan HL. Epidemiology and risk factors of sudden cardiac arrest. *Curr Opin Crit Care*. 2021; 27(6): 613-616. doi: 10.1097/MCC.0000000000000896.
72. Al-Jeabory M, Safiejko K, Białka S, Pruc M, Gasecka A, Szarpak L. Impact of COVID-19 on bystander cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: Is it as bad as we think? *Cardiol J*. 2020; 27(6): 884-885. doi: 10.5603/CJ.a2020.0179.

73. Kiyohara K, Nishiyama C, Kitamura T, i wsp. The association between public access defibrillation and outcome in witnessed out-of-hospital cardiac arrest with shockable rhythm. *Resuscitation*. 2019; 140: 93-97. doi: 10.1016/j.resuscitation.2019.05.017.
74. Uy-Evanado A, Chugh HS, Sargsyan A, i wsp. Out-of-Hospital Cardiac Arrest Response and Outcomes During the COVID-19 Pandemic. *JACC Clin Electrophysiol*. 2021; 7(1): 6-11. doi: 10.1016/j.jacep.2020.08.010.
75. Huang LH, Ho YN, Tsai MT, Wu WT, Cheng FJ. Response Time Threshold for Predicting Outcomes of Patients with Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Emerg Med Int*. 2021; 2021: 5564885. doi: 10.1155/2021/5564885.
76. Baldi E, Sechi GM, Mare C, I wsp. Out-of-Hospital Cardiac Arrest during the Covid-19 Outbreak in Italy. *N Engl J Med*. 2020; 383(5): 496-498. doi: 10.1056/NEJMc2010418.
77. Hubert H, Baert V, Beuscart JB, Chazard E. Use of out-of-hospital cardiac arrest registries to assess COVID-19 home mortality. *BMC Med Res Methodol*. 2020; 20(1): 305. doi: 10.1186/s12874-020-01189-3.
78. Holmén J, Herlitz J, Ricksten SE, Strömsöe A, Hagberg E, Axelsson C, Rawshani A. Shortening Ambulance Response Time Increases Survival in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *J Am Heart Assoc*. 2020; 9(21): e017048. doi: 10.1161/JAHA.120.017048.
79. Kim SY, Lee SY, Kim TH, Shin SD, Song KJ, Park JH. Location of out-of-hospital cardiac arrest and the awareness time interval: a nationwide observational study. *Emerg Med J*. 2022; 39(2): 118-123. doi: 10.1136/emered-2020-209903.
80. Geri G, Gilgan J, Wu W, Vijendira S, Ziegler C, Drennan IR, Morrison L, Lin S. Does transport time of out-of-hospital cardiac arrest patients matter? A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2017; 115: 96-101. doi: 10.1016/j.resuscitation.2017.04.003.
81. Drozd A, Smereka J, Pruc M, Malysz M, Gasecka A, Sonmez LO, Cyran M, Konge L, Szarpak L. Comparison of intravascular access methods applied by nurses wearing personal protective equipment in simulated COVID-19 resuscitation: A randomized crossover simulation trial. *Am J Emerg Med*. 2021; 49: 189-194. doi: 10.1016/j.ajem.2021.05.080.