



UNIwersYTET MEDYCZNY
IM. PIASTÓW ŚLĄSKICH WE WROCLAWIU

Mgr Piotr Fehler

**Czynniki wpływające na przeżycie pacjentów
z nagłym zatrzymaniem krążenia**

Factors affecting the survival of patients
with sudden cardiac arrest

**Rozprawa doktorska na stopień doktora w dziedzinie nauk
medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki o zdrowiu
przedkładana Radzie Dyscypliny Nauki o Zdrowiu Uniwersytetu
Medycznego im. Piastów Śląskich we Wrocławiu**

Promotor

Dr hab. Michał Czapla

Katedra Ratownictwa Medycznego, Wydział Nauk o Zdrowiu,
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

Wrocław 2024

Składam serdeczne podziękowania
Panu Promotorowi Dr hab. Michałowi Czapl
za wsparcie merytoryczne i wskazówki metodyczne
przydatne podczas realizacji projektu badawczego
oraz pisania publikacji wchodzących w skład
cyklu będącego przedmiotem niniejszej
rozprawy doktorskiej.

Spis treści

1. Wykaz skrótów	5
2. Streszczenie	7
3. Abstract	9
4. Wstęp	11
5. Cele pracy	14
6. Materiał i metody	15
6.1. Protokół badania	15
6.2. Grupa badana	15
6.3. Wymogi etyczne	16
6.4. Analiza statystyczna	16
7. Wyniki	18
8. Podsumowanie	21
8.1. Ograniczenia badań własnych	23
8.2. Implikacje dla praktyki klinicznej	24
8.3. Kierunki przyszłych badań	25
9. Wnioski	26
10. Piśmiennictwo	27
11. Załączniki	34
Załącznik 1. Pierwsza praca z cyklu: Piotr Fehler, Marzena Zielińska, Bartosz Uchmanowicz, Raúl Juárez-Vela, Łukasz Lewandowski, Stanisław Zieliński, Michał Czaplą. Do Body Mass Index and Nutritional Risk Score 2002 Influence the In-Hospital Mortality of Patients Following Cardiac Arrest? <i>Nutrients</i> . 2023 Jan 14;15(2):436. doi: 10.3390/nu15020436	
Załącznik 2. Druga praca z cyklu: Piotr Fehler, Łukasz Lewandowski, Izabella Uchmanowicz, Jacek Smereka, Michał Czaplą. Does obesity influence the return of spontaneous circulation among out-of-hospital cardiac arrest patients? A retrospective cohort study. <i>Disaster and Emergency Medicine Journal</i> 2023; Ahead of Print (Published online: 2023-12-06). doi: 10.5603/demj.97553	

Załącznik 3. Pisemne oświadczenia współautorów publikacji	61
Załącznik 4. Wykaz publikacji wchodzących w skład cyklu	69
Załącznik 5. Wykaz wszystkich publikacji	70
Załącznik 6. Zgoda Komisji Bioetycznej na przeprowadzenie badań	72

1. Wykaz skrótów

ACC	Amerykańskie Kolegium Kardiologiczne (ang. <i>American College of Cardiology</i>)
ACS	ostry zespół wieńcowy (ang. <i>acute coronary syndrome</i>)
AHA	Amerykańskie Towarzystwo Kardiologiczne (ang. <i>American Heart Association</i>)
ALS	zaawansowane zabiegi resuscytacyjne (ang. <i>advanced life support</i>)
BIA	analiza bioelektrycznej impedancji (ang. <i>bioelectrical impedance analysis</i>)
BMI	wskaźnik masy ciała (ang. <i>body mass index</i>)
CPR	resuscytacja krążeniowo-oddechowa (ang. <i>cardiopulmonary resuscitation</i>)
CVD	choroby sercowo-naczyniowe (ang. <i>cardiovascular diseases</i>)
DM	cukrzyca (ang. <i>diabetes mellitus</i>)
ERC	Europejska Rada Resuscytacji (ang. <i>European Resuscitation Council</i>)
ERCG	Wytyczne Europejskiej Rady Resuscytacji (ang. <i>European Resuscitation Council Guidelines</i>)
GLIM	Globalna Inicjatywa Przywództwa w Zakresie Niedożywienia (ang. <i>Global Leadership Initiative on Malnutrition</i>)
HF	niewydolność serca (ang. <i>heart failure</i>)
HR	współczynnik ryzyka (ang. <i>hazard ratio</i>)
hsCRP	wysoce czułe białko C-reaktywne (ang. <i>high sensitivity C-reactive protein</i>)
HT	nadciśnienie (ang. <i>hypertension</i>)
ICARE	Interdyscyplinarny Przegląd Badań nad Zatrzymaniem Krążenia (ang. <i>Interdisciplinary Cardiac Arrest Research Review</i>)
ICU	oddział intensywnej terapii (ang. <i>intensive care unit</i>)
IHCA	wewnątrzszpitalne zatrzymanie krążenia (ang. <i>in-hospital cardiac arrest</i>)
MCR	medyczne czynności ratunkowe
NRS 2002	Wskaźnik Ryzyka Niedożywienia (ang. <i>Nutritional Risk Score 2002</i>)

OHCA	pozaszpitalne zatrzymanie krążenia (ang. <i>out-of-hospital cardiac arrest</i>)
OR	iloraz szans (ang. <i>odds ratio</i>)
PCAS	zespół poresuscytacyjny (ang. <i>post-cardiac arrest syndrome</i>)
PCT	prokalcytonina (ang. <i>procalcitonin</i>)
PEA	aktywność elektryczna bez tętna (ang. <i>pulseless electrical activity</i>)
pVT	częstoskurcz komorowy bez tętna (ang. <i>pulseless ventricular tachycardia</i>)
ROSC	powrót spontanicznego krążenia (ang. <i>return of spontaneous circulation</i>)
SCA	nagłe zatrzymanie krążenia (ang. <i>sudden cardiac arrest</i>)
SGA	Subiektywna Globalna Ocena Stanu Odżywienia (ang. <i>Subjective Global Assessment</i>)
STROBE	Wytyczne raportowania dla badań obserwacyjnych (ang. <i>Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology</i>)
TG	trójglicerydy (ang. <i>triglycerides</i>)
VF	migotanie komór (ang. <i>ventricular fibrillation</i>)
ZRM	Zespół Ratownictwa Medycznego

2. Streszczenie

Czynniki wpływające na przeżycie pacjentów z nagłym zatrzymaniem krążenia

Wstęp: Obecnie nagłe zatrzymanie krążenia (SCA) pozostaje jedną z głównych przyczyn zgonów. Zły stan odżywienia, w tym niedożywienie i otyłość, może zwiększać ryzyko śmiertelności po SCA. Ponadto, istnieje szereg czynników wpływających na powrót spontanicznego krążenia (ROSC) u pacjentów po pozaszpitalnym zatrzymaniu krążenia (OHCA), a otyłość może być jednym z nich. Dlatego też istnieje potrzeba prowadzenia dalszych, dobrze zaplanowanych i jakościowych badań zasilających rekomendacje kliniczne.

Cele: Celem głównym projektu badawczego była komplementarna analiza czynników wpływających na przeżycie pacjentów po przebytych wewnątrzszpitalnym (IHCA) i pozaszpitalnym (OHCA) zatrzymaniu krążenia. Celem szczegółowym pierwszej pracy była ocena związku między niektórymi komponentami stanu odżywienia a śmiertelnością szpitalną u pacjentów przyjętych na oddział intensywnej terapii (ICU) w związku z przebytym IHCA lub OHCA; jak również związku między przeżyciem a wskaźnikiem masy ciała (BMI), ryzykiem niedożywienia oraz wysokim ryzykiem niedożywienia według skali NRS 2002. Natomiast celem szczegółowym drugiej pracy była ocena wpływu otyłości na ROSC u pacjentów po OHCA.

Materiał i metody: W ramach pierwszego badania przeprowadzono retrospektywne badanie i analizę dokumentacji medycznej 161 pacjentów przyjętych na ICU Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego we Wrocławiu. Pacjenci objęci badaniem byli osobami dorosłymi i zostali przyjęci na ICU z powodu przebytego SCA nie będącego wynikiem masywnego urazu. Zebrano dane dotyczące długości hospitalizacji, BMI, NRS 2002, chorób współistniejących oraz badań laboratoryjnych. W drugim badaniu dokonano także retrospektywnej analizy 4 925 214 rekordów systemu ratownictwa medycznego (EMS) w Polsce, co umożliwiło włączenie 33 636 pacjentów z OHCA. Z badania wykluczono pacjentów, u których OHCA wystąpiło z powodu przestępstwa, samobójstwa, urazu lub gdy zgon nastąpił przed przybyciem Zespołu Ratownictwa Medycznego (ZRM), bądź gdy rytm inicjujący OHCA nie został zarejestrowany. Po wyselekcjonowaniu pacjentów z otyłością i bez otyłości, poddano analizie wiek, płeć, rytm inicjujący OHCA, miejsce zdarzenia OHCA, informacje o obecności chorób współistniejących (DM, HT, HF, ACS, udar). Niniejszy projekt badawczy uzyskał zgodę komisji Bioetycznej Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu (KB-776/2022). Badanie zostało przeprowadzone zgodnie z zasadami Deklaracji Helsińskiej. Protokół badania był zgodny z wytycznymi raportowania dla badań obserwacyjnych STROBE.

Wyniki: W ramach pierwszej pracy badawczej nie wykazano znaczących różnic w wartościach BMI i NRS 2002 między osobami, które nie przeżyły, a tymi, które przeżyły. Osoby, które nie przeżyły miały istotnie niższe stężenie albumin ($p = 0,017$) i cholesterolu całkowitego ($p = 0,015$). W analizie wieloczynnikowej BMI i wyniki NRS 2002 nie były *per se* związane ze śmiertelnością wewnątrzszpitalną zdefiniowaną jako prawdopodobieństwo zgonu (Model 1: $p = 0,700$, $p = 0,430$; Model 2: $p = 0,576$, $p = 0,599$). Analiza jednoczynnikowa wykazała istotne powiązania między współczynnikiem ryzyka (HR) a stężeniem trójglicerydów ($p = 0,017$, HR: 0,23) i wysocze czułego białka C-reaktywnego (hsCRP) ($p = 0,018$, HR: 0,34). W analizie wieloczynnikowej na ryzyko śmiertelności w czasie miały wpływ wyższe wyniki w parametrach takich jak BMI (HR = 0,164; $p = 0,048$) i hsCRP (HR = 1,006, $p = 0,002$). Z kolei wyniki drugiej pracy, analiza jednoczynnikowa potwierdziła związek między ROSC a wiekiem ($p < 0,001$, OR: 0,981), lokalizacją incydentu – miejsce publiczne ($p < 0,001$, OR: 1,601), początkowym rytmem OHCA ($p < 0,001$, OR: 2,065), otyłością ($p = 0,003$, OR: 1,1,06) i chorobami współistniejącymi takimi jak HT ($p < 0,001$, OR: 0,970) i ACS ($p < 0,001$, OR: 1,153). W pierwszym modelu wieloczynnikowym dla całej populacji, istotnymi czynnikami predykcyjnymi ROSC były: rytm początkowy asystolia / PEA ($p < 0,001$, OR: 0,516), wiek ($p < 0,001$, OR: 0,986), lokalizacja incydentu – miejsce publiczne ($p < 0,001$, OR: 1,468) i otyłość ($p = 0,023$, OR: 0,924). W drugim modelu dla pacjentów bez otyłości, istotnymi predyktorami ROSC ($p < 0,001$) były: rytm początkowy asystolia / PEA (OR: 0,263), lokalizacja incydentu – miejsce publiczne (OR: 2,158) i wiek (OR: 0,986). W trzecim modelu dla pacjentów z otyłością, istotnymi czynnikami predykcyjnymi ROSC były: rytm początkowy asystolia / PEA ($p = 0,02$, OR: 0,443), wiek (OR: 0,981) i przebyty udar ($p = 0,005$, OR: 2,047).

Wnioski: Po zakończeniu badań w ramach pierwszej publikacji stwierdzono, że wynik BMI i NRS 2002 niezależnie od siebie i niezależnie od całej badanej grupy nie zmieniały ryzyka śmiertelności wewnątrzszpitalnej u pacjentów przyjętych do ICU po przebytych IHCA i OHCA. Ryzyko śmiertelności wewnątrzszpitalnej wzrastało wraz ze wzrostem BMI, ale nie wraz ze wzrostem NRS 2002. Z kolei główne wnioski z drugiego artykułu w badanej populacji pacjentów z OHCA potwierdzają, że otyłość istotnie wpływa na szanse przedszpitalnego ROSC, zmniejszając je o 8,2%. W całej badanej populacji oraz w grupach pacjentów z otyłością i bez otyłości, OHCA w miejscach publicznych i rytm początkowy VF / pVT były predyktorami zwiększonych szans na ROSC, w przeciwieństwie do starszego wieku, który to zmniejszał te szanse.

Słowa kluczowe: nagłe zatrzymanie krążenia (SCA), pozaszpitalne zatrzymanie krążenia (OHCA), wewnątrzszpitalne zatrzymanie krążenia (IHCA), otyłość, śmiertelność; wskaźnik masy ciała (BMI), oddział intensywnej terapii (ICU), powrót spontanicznego krążenia (ROSC), resuscytacja krążeniowo-oddechowa (CPR), badanie obserwacyjne, analiza retrospektywna.

3. Abstract

Factors affecting the survival of patients with sudden cardiac arrest

Background: Nowadays, sudden cardiac arrest (SCA) remains one of the leading causes of death. Poor nutritional status, including malnutrition and obesity, can increase the risk of mortality after SCA. In addition, there are a number of factors affecting the return of spontaneous circulation (ROSC) in patients after out-of-hospital cardiac arrest (OHCA), and obesity may be one of them. Therefore, there is a need for further well-designed and qualitative studies feeding into clinical recommendations.

Aims: The main objective of the research project was the complementary analysis of factors affecting the survival of patients with SCA in the in-hospital (IHCA) and out-of-hospital (OHCA) settings. The specific objective of the first study was to evaluate the association between certain components of nutritional status and in-hospital mortality in patients admitted to the intensive care unit (ICU) for IHCA or OHCA as well as to evaluate the association between survival and body mass index (BMI), risk of malnutrition and high risk of malnutrition according to the NRS 2002 scale. In turn, the specific aim of the second study was to assess the effect of obesity on the return of ROSC in patients after OHCA.

Material and methods: The first study involved a retrospective examination and analysis of the medical records of 161 patients admitted to the ICU of the University Clinical Hospital in Wrocław. The patients included in the study were adults and were admitted to the ICU for SCA not due to excessive trauma. Data were collected on length of hospitalization, BMI, NRS 2002, comorbidities and laboratory tests. The second study also retrospectively analyzed 4,925,214 emergency medical system (EMS) records in Poland to include 33,636 patients with OHCA. Patients in whom OHCA occurred due to crime, suicide, trauma, or when death occurred before the arrival of the emergency medical team, or when the OHCA-initiating rhythm was not recorded, were excluded from the study. After selecting patients with and without obesity, age, gender, OHCA initiating rhythm, OHCA event site, and information on the presence of comorbidities (DM, HT, HF, ACS, stroke) were analyzed. This research project was approved by the Bioethics Committee of the Medical University of Wrocław (KB-776/2022). The study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. The study protocol followed the reporting guidelines for STROBE observational studies.

Results: Within the first study, there were no significant differences in BMI and NRS 2002 values between non-survivors and survivors. Non-survivors had significantly lower albumin ($p = 0.017$) and total cholesterol ($p = 0.015$). In multivariate analysis, BMI and NRS 2002 scores were not per se associated with in-hospital mortality defined as the probability of death

(Model 1: $p = 0.700$, $p = 0.430$; Model 2: $p = 0.576$, $p = 0.599$). Univariate analysis showed significant associations between risk ratio (HR) and triglyceride ($p = 0.017$, HR: 0.23) and high-sensitivity C-reactive protein (hsCRP) levels ($p = 0.018$, HR: 0.34). In multivariate analysis, the risk of mortality over time was influenced by higher scores in parameters such as BMI (HR = 0.164; $p = 0.048$) and hsCRP (HR = 1.006, $p = 0.002$). According to the results of the second paper, univariate analysis confirmed the association between ROSC and age ($p < 0.001$, OR: 0.981), incident location – public place ($p < 0.001$, OR: 1.601), OHCA initial rhythm ($p < 0.001$, OR: 2.065), obesity ($p = 0.003$, OR: 1.1.06) and comorbidities such as HT ($p < 0.001$, OR: 0.970) and ACS ($p < 0.001$, OR: 1.153). In the first multivariate model for the entire population, significant predictors of ROSC were initial asystole / PEA rhythm ($p < 0.001$, OR: 0.516), age ($p < 0.001$, OR: 0.986), incident location – public place ($p < 0.001$, OR: 1.468) and obesity ($p = 0.023$, OR: 0.924). In the second model for patients without obesity, significant predictors of ROSC ($p < 0.001$) were initial asystole / PEA rhythm (OR: 0.263), incident location – public place (OR: 2.158) and age (OR: 0.986). In the third model for obese patients, the significant predictors of ROSC were initial asystole / PEA rhythm ($p = 0.02$, OR: 0.443), age (OR: 0.981) and history of stroke ($p = 0.005$, OR: 2.047).

Conclusions: After completing the study, the first publication found that BMI and NRS 2002 independently and independently of the entire study group did not change the risk of mortality in patients admitted to the ICU for IHCA and OHCA. The risk of in-hospital mortality increased with increasing BMI, but not with increasing NRS 2002. In contrast, the main findings of the second article in the study population of OHCA patients confirm that obesity significantly affects the probability of pre-hospital ROSC, reducing it by 8.2%. In the entire study population and in the groups of patients with and without obesity, OHCA in public places and initial rhythm of VF / pVT were predictors of increased odds of ROSC, in contrast to older age, which reduced these chances.

Key words: sudden cardiac arrest (SCA), out-of-hospital cardiac (OHCA) arrest, in-hospital cardiac arrest (IHCA), obesity, mortality; body mass index (BMI), intensive care unit (ICU), return of spontaneous circulation (ROSC), cardiopulmonary resuscitation (CPR), observational study, retrospective analysis.

4. Wstęp

Nagle zatrzymanie krążenia (ang. *sudden cardiac arrest*, SCA) stanowi znaczącą przyczynę śmiertelności w krajach rozwiniętych przez co jest poważnym obciążeniem dla światowych systemów ochrony zdrowia [1]. Wg Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego (ang. *American Heart Association*, AHA) i Amerykańskiego Kolegium Kardiologicznego (ang. *American College of Cardiology*, ACC), SCA definiowane jest jako „nagle ustanie czynności serca, w wyniku czego ofiara przestaje reagować, nie może normalnie oddychać i nie wykazuje oznak krążenia. Jeśli środki zaradcze nie zostaną podjęte szybko, stan ten postępuje do nagłej śmierci. Zatrzymanie krążenia powinno oznaczać zdarzenie opisane powyżej, które zostało odwrócone, zwykle poprzez resuscytację krążeniowo-oddechową i/lub defibrylację, kardiowersję lub stymulację serca” [2].

Szczególnie ważne jest szybkie przywrócenie krążenia, ponieważ niedostateczna perfuzja narządów, zwłaszcza mózgu, prowadzi do trwałych uszkodzeń i może skutkować zgonem [3]. Przeżywalność pacjentów po przebytych pozaszpitalnym zatrzymaniu krążenia (ang. *out-of-hospital cardiac arrest*, OHCA) wynosi poniżej 15% [4], podczas gdy po przebytych wewnątrzszpitalnym zatrzymaniu krążenia (ang. *in-hospital cardiac arrest*, IHCA) oscyluje w okolicach 22% [5]. Duża część tych zgonów występuje po reanimacji, z uwagi na zespół poresuscytacyjny (ang. *post-cardiac arrest syndrome*, PCAS) [6]. Po udzieleniu zaawansowanych czynności ratujących życie (ang. *advanced life support*, ALS), powrót spontanicznego krążenia (ang. *return of spontaneous circulation*, ROSC) ma miejsce u 10-50% pacjentów z OHCA [7]. Przyczyny SCA są różnorodne, obejmując kardiogenne, metaboliczne, toksyczne, elektrolityczne oraz mechaniczne czynniki [8].

SCA jest szczególnie problematyczne w kontekście nadwagi i otyłości, które są powszechne w populacji na całym świecie. Nadwaga i otyłość są znane z związku z niekorzystnymi wynikami neurologicznymi u pacjentów po SCA [9]. Niewątpliwie brak odpowiedniej kontroli wskaźnika masy ciała (ang. *body mass index*, BMI) jest jednym z poważniejszych globalnych problemów zdrowia publicznego [10]. Według pewnych szacunków, roczne obciążenie związane z wysokim BMI można określić na około 216 000 zgonów i 113,9 miliarda dolarów bezpośrednich kosztów opieki zdrowotnej w samych USA [11]. Otyłość wiąże się z różnymi chorobami współistniejącymi, które mogą nie tylko bezpośrednio zagrażać zdrowiu i/lub życiu pacjentów, ale także wpływać na ich rokowanie [11,12].

Faktem jest, że nadwaga i otyłość są przyczyną cukrzycy (ang. *diabetes mellitus*, DM), nadciśnienia (ang. *hypertension*, HT), hiperlipidemii, chorób sercowo-naczyniowych (ang. *cardiovascular diseases*, CVD) oraz niektórych rodzajów nowotworów, co potwierdzają liczne badania [13–15]. Ponadto, nieprawidłowa masa ciała może również stanowić problem podczas intubacji i ekstubacji pacjenta. Osoby z otyłością wykazują większą skłonność do zapadania górnych dróg oddechowych co zwiększa ryzyko konieczności ponownej intubacji, co w konsekwencji spowoduje wydłużenie hospitalizacji [16].

W Europie algorytm postępowania personelu medycznego w SCA jest określony w wytycznych Europejskiej Rady Resuscytacji (ang. *European Resuscitation Council Guidelines*, ERCG). Gdy początkowym rytmem SCA jest asystolia lub aktywność elektryczna bez tętna (ang. *pulseless electrical activity*, PEA), pacjent wymaga zarówno resuscytacji krążeniowo-oddechowej (ang. *cardiopulmonary resuscitation*, CPR), jak i podania leków (np. adrenaliny). Gdy początkowym rytmem jest migotanie komór (ang. *ventricular fibrillation*, VF) lub częstoskurcz komorowy bez tętna (ang. *pulseless ventricular tachycardia*, pVT), pacjent wymaga dodatkowo defibrylacji [17]. Wykonanie uciśnień klatki piersiowej i defibrylacji podczas SCA może być mniej skuteczne z powodu obecności tkanki tłuszczowej na przedniej i tylnej ścianie klatki piersiowej [18,19].

Niedożywienie stanowi kolejny czynnik związany z wyższym ryzykiem śmiertelności szpitalnej i dłuższym czasem hospitalizacji na oddziale intensywnej terapii (ang. *intensive care unit*, ICU) [20]. Badania łączące niedożywienie z nieprawidłowymi wynikami klinicznymi na ICU wykazały rozbieżne wyniki, co częściowo wynika z niewłaściwego rozpoznania stanu niedożywienia [21]. Zgodnie z obecnie obowiązującym prawem w Polsce, każdy pacjent musi przejść ocenę stanu odżywienia przy przyjęciu do szpitala z użyciem narzędzi przesiewowych, takich jak *Nutritional Risk Score 2002* (NRS 2002) [22] lub *Subjective Global Assessment* (SGA) [23], mając na uwadze wytyczne Globalnej Inicjatywy Przywództwa w Zakresie Niedożywienia (ang. *Global Leadership Initiative on Malnutrition*, GLIM) [24].

W ostatnich dziesięcioleciach postępy w medycynie ratunkowej znacząco poprawiły wskaźnik przeżywalności pacjentów w związku z przebicciem OHCA. Niemniej jednak istnieje, wiele czynników wpływających na skuteczność działań ratunkowych, z których jednym z istotnych jest ROSC. Zły stan odżywienia pacjenta (w tym otyłość i niedożywienie) jako istotny czynnik predykcyjny, może mieć wpływ na te rezultaty. Szybkość reakcji zespołów ratunkowych, dostępność odpowiedniego sprzętu, jakość przeprowadzonej resuscytacji, stan zdrowia pacjenta przed SCA oraz czas udzielania pomocy – to wszystko odgrywa kluczową rolę, zwłaszcza w kontekście pacjentów w złym stanie odżywienia.

Badania nad identyfikacją wpływu stanu odżywienia na ROSC po OHCA są niezbędne do dostosowania strategii ratunkowych i poprawy ogólnych wyników tych pacjentów. Analiza klinicznych danych może pomóc zrozumieć, jak różne zmienne wpływają na efektywność CPR, co w rezultacie umożliwi dostosowanie zaawansowanych interwencji ratunkowych do indywidualnych potrzeb pacjentów z otyłością. Także najnowsze wytyczne raportowane na podstawie Interdyscyplinarnego Przeglądu Badań nad Zatrzymaniem Krążenia (ang. *Interdisciplinary Cardiac Arrest Research Review, ICARE*) podkreślają wagę tematu stanu odżywienia i braku kontroli masy ciała a tym samym konieczność prowadzenia dalszych, wysoce jakościowych badań w omawianym zakresie [25,26].

5. Cele pracy

Cel główny:

- Komplementarna analiza czynników wpływających na przeżycie pacjentów z nagłym wewnątrzszpitalnym (IHCA) lub pozaszpitalnym zatrzymaniem krążenia (OHCA).

Cele szczegółowe:

- Ocena związku między niektórymi komponentami stanu odżywienia ocenionego za pomocą skali NRS 2002 i wskaźnikiem masy ciała (BMI), a śmiertelnością szpitalną u pacjentów przyjętych na oddział intensywnej terapii (ICU) po wewnątrzszpitalnym (IHCA) lub pozaszpitalnym zatrzymaniu krążenia (OHCA) – pierwsza publikacja.
- Ocena wpływu otyłości na powrót spontanicznego krążenia (ROSC) u pacjentów z pozaszpitalnym zatrzymaniem krążenia (OHCA) – druga publikacja.

6. Materiał i metody

6.1. Protokół badania

W pierwszym retrospektywnym badaniu zakończonym publikacją pt. *Do Body Mass Index and Nutritional Risk Score 2002 Influence the In-Hospital Mortality of Patients Following Cardiac Arrest?* [27] analizowano retrospektywnie dokumentację medyczną 161 pacjentów przyjętych po przebytym SCA (ICD10: I46) do ICU Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego we Wrocławiu w okresie od stycznia 2017 do lutego 2022 roku.

W drugim badaniu opublikowanym pt. *Does obesity influence the return of spontaneous circulation among out-of-hospital cardiac arrest patients? A retrospective cohort study* [28] poddano retrospektywnej analizie dokumentację medyczną pacjentów, dla których wezwano pogotowie ratunkowe w Polsce od stycznia 2021 do czerwca 2022 roku. Dane zostały pozyskane z Systemu Wspomagania Dowodzenia Krajowego Systemu Ratownictwa Medycznego i udostępnione przez Krajowe Centrum Monitorowania Ratownictwa Medycznego za zgodą Ministerstwa Zdrowia w Polsce.

6.2. Grupa badana

W przypadku pierwszej pracy [27], wszyscy pacjenci objęci badaniem spełniali kryterium wiekowe (18 lat i starsi) i zostali przyjęci na ICU z powodu przebitego SCA nie będącego wynikiem urazu. Zebrano dane dotyczące długości hospitalizacji, BMI, NRS 2002, chorób współistniejących oraz badań laboratoryjnych. Grupę badawczą podzielono dwukrotnie. Pierwsze podzielenie pacjentów miało miejsce według klasyfikacji Światowej Organizacji Zdrowia (ang. *World Health Organization*, WHO) na trzy kategorie: prawidłowa masa ciała (BMI 18,5–24,9 kg/m²), nadwaga (BMI 25–29,9 kg/m²) i otyłość (BMI ≥30 kg/m²). W badanej grupie nie było osób z niedowagą (BMI <18,5 kg/m²). Alternatywne grupowanie, służące jako dodatkowa ocena różnic w wartościach zmiennych ciągłych, oparto na wartościach odcięcia BMI: brak otyłości (BMI <30 kg/m²) i otyłość (BMI ≥30 kg/m²). Pacjentów sklasyfikowano ze względu na stan odżywienia, uwzględniając wartość odcięcia NRS 2002 równą 5. Wartości ≥3 wskazywały na ryzyko niedożywienia, natomiast wartości ≥5 oznaczały wysokie ryzyko niedożywienia [23]. Wyniki BMI oraz NRS 2002 zostały odnotowane w dokumentacji medycznej pacjenta przez lekarza w chwili przyjęcia do szpitala.

W drugiej pracy [28], przeprowadzono analizę łącznie 4 925 214 zapisów z kart medycznych czynności ratunkowych. Do badania włączono wszystkich pacjentów z zarejestrowanym rozpoznaniem ICD-10 — I46, u których podjęto medyczne czynności ratunkowe na miejscu zdarzenia. Z badania wyłączono pacjentów, u których OHCA było wynikiem przestępstwa,

samobójstwa, urazu, itp. oraz tych, u których śmierć nastąpiła przed przybyciem Zespołu Ratownictwa Medycznego (ZRM), a także u których nie został zarejestrowany rytm inicjujący OHCA. Ostatecznie analizie poddano dane 33 636 pacjentów. W kolejnym etapie informacje o współistniejącej otyłości (ICD10: E66 lub słowo "otyłość" w diagnozie opisowej) zostały wyeksportowane zarówno z sekcji ICD10, jak i sekcji "diagnoza opisowa" z dokumentacji medycznej, aby podzielić pacjentów na dwie grupy: pacjentów bez otyłości i pacjentów z otyłością. Następnie poddano analizie: wiek, płeć, rytm inicjujący OHCA, miejsce zdarzenia OHCA (miejsce publiczne lub niepubliczne), informacje o obecności chorób współistniejących, takich jak DM, HT, HF oraz historia ACS i udaru.

6.3. Wymogi etyczne

Niniejszy projekt badawczy uzyskał pozytywną rekomendację niezależnej Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu z numerem zgody KB-776/2022). Badanie zostało przeprowadzone zgodnie z zasadami Deklaracji Helsińskiej pod auspicjami Światowego Stowarzyszenia Lekarzy (ang. *World Medical Association*, WMA) w oparciu o zestaw etycznych wytycznych i standardów dotyczących badań medycznych, ochrony praw, bezpieczeństwa i godności osób uczestniczących w badaniach klinicznych. Protokół badania był zgodny z wytycznymi raportowania dla badań obserwacyjnych (ang. *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*, STROBE), co zapewnia klarowność, spójność i transparentność prezentacji wyników, ułatwiając jednocześnie ocenę oraz reprodukcję uzyskanych danych. Wykorzystanie tych wytycznych przyczynia się do poprawy jakości badań i ich wartości naukowej.

6.4. Analiza statystyczna

Analizę statystyczną i wizualizację wyników dla pierwszej pracy [27] przeprowadzono za pomocą programu Python 3.9.13 lub pakietu STATISTICA 13.3 na licencji Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu. Wykorzystano pakiety takie jak numpy, pandas, scikit-learn, scipy, statsmodels, zepid i matplotlib. Inferencja statystyczna opierała się na poziomie istotności 0,05. Analizę różnic między grupami przeprowadzono testem Kruskala-Wallisa lub testem U Manna-Whitneya, zależnie od liczby kategorii. Analizę tablic kontyngencji wykonano za pomocą testu χ^2 , z uwzględnieniem testów post-hoc po korekcie Benjamini-Hochberga. Modelowanie występowania zgonu oparto na regresji logistycznej. Użyto dwóch niestandardowych modeli wieloczynnikowych do oceny związku między stanem odżywienia a szansą na zgon. Ocena jakości dopasowania, założenie o liniowości i siła predykcyjna były sprawdzane różnymi testami. Analizę przeżycia przeprowadzono przy użyciu modelu hazardów proporcjonalnych Coxa. Podjęto starania o skrócenie tekstu, ale zachowano kluczowe informacje dotyczące metodologii analizy danych i statystyk.

Dla drugiej pracy [28] zastosowano ekstrakcję i przygotowanie danych w oprogramowaniu Python 3.10.7 przy użyciu standardowych pakietów (pandas 1.4.4, numpy 1.21.4). Analiza statystyczna została przeprowadzona w programie STATISTICA 5.0.96. Wizualizację danych wykonano przy użyciu pakietów Pythona: matplotlib 3.5.3 i zepid 0.9.1. Analiza zmiennych ciągłych została przeprowadzona za pomocą testu t, uwzględniając jego założenia (normalność: analizowana na histogramie, homoscedastyczność: na podstawie testu Levene'a). Analiza zmiennych kategoriycznych została wykonana za pomocą testu χ^2 . Ponadto, ilorazy szans (ang. *odds ratio*, OR) związane ze zmiennymi w tabelach kontyngencji zostały obliczone za pomocą jednorodnej regresji logistycznej. Kolejna analiza została przeprowadzona przy użyciu wielorakiej regresji logistycznej, wykorzystującej algorytm regresji krokowej (p odcięcia: 0,05) na podstawie testów Walda i mnożnika Lagrange'a (score). W obu przypadkach, wnioskowanie statystyczne opierało się na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

7. Wyniki

Za nadrzędny cel pierwszej pracy badawczej *Do Body Mass Index and Nutritional Risk Score 2002 Influence the In-Hospital Mortality of Patients Following Cardiac Arrest?* [27] postawiono ocenę związku między niektórymi komponentami stanu odżywienia a śmiertelnością szpitalną u pacjentów przyjętych do ICU w przebiegu OHCA i IHCA. Po zakończeniu badania odnotowano, iż przypadku stanu niedożywienia zgodnie z NRS 2002, pacjenci z $NRS \geq 5$ wykazywali niższe mediany wartości BMI w porównaniu z pacjentami o niższym ryzyku niedożywienia ($p = 0,040$). Zaobserwowano różnice nie tylko w BMI ($p < 0,001$), ale także w wieku ($p = 0,039$) i stężeniu potasu we krwi ($p = 0,021$) między pacjentami nieotyłymi (BMI < 30) a otyłymi. Szczegółowe wyniki prezentuje Tabela 2.

Zaobserwowano istotne różnice w częstości występowania przewlekłej choroby nerek (ang. *chronic kidney disease*, CKD) ($p = 0,034$), DM ($p < 0,001$) i HT ($p = 0,017$). Pacjenci otyli charakteryzowali się 4,7-krotnie wyższym ryzykiem wystąpienia CKD w porównaniu z pacjentami o BMI < 30 ($p = 0,031$). Pacjenci z prawidłowym BMI, w porównaniu z pacjentami o BMI ≥ 25 , wykazywali 3,62-krotnie ($p = 0,017$) mniejsze ryzyko wystąpienia DM i 2,97-krotnie ($p = 0,020$) mniejsze ryzyko wystąpienia HT. Szczegółowe wyniki prezentuje Tabela 3.

Nie zaobserwowano istotnych różnic w wartościach BMI między osobami, które przeżyły, a tymi, które nie przeżyły ($p = 0,632$). Jednak te grupy wykazywały różnice w stężeniach albuminy we krwi, gdzie zgon występował częściej wśród pacjentów z niższym stężeniem albuminy ($p = 0,017$). Podobnie stężenia całkowitego cholesterolu (ang. *total cholesterol*, TC) ($p = 0,015$) i prokalcytoniny (ang. *procalcitonin*, PCT) ($p = 0,006$) istotnie różniły się w odniesieniu do przeżywalności. Pacjenci z wyższym stężeniem TC przeżywali częściej. Co ciekawe, medianowy stosunek stężenia PCT u osób, które nie przeżyły względem tych, które przeżyły wynosił 4:1. Szczegółowe wyniki prezentuje Tabela 3 i Rycina 1.

Jedyna istotna statystycznie różnica dotycząca współistniejących schorzeń była związana z mechanizmem CA ($p = 0,002$). Stosunek OR śmierci dla pacjentów z rytmem typu asystolia / PEA w porównaniu z pacjentami z VF / pVT wynosił 2,71. Szczegółowe wyniki prezentuje Tabela 5 i Rycina 2.

Analiza jednoczynnikowa wykazała 2,72-krotnie wyższe ryzyko śmierci ($p = 0,0021$) wśród pacjentów z mechanizmem CA typu asystolia / PEA w porównaniu z pacjentami z mechanizmem VF / pVT. Co interesujące, ryzyko śmierci zmniejszyło się o 1,63-krotnie ($p = 0,048$) dla każdego wzrostu stężenia albuminy w surowicy o 1 g/dL. Jednokrotnie OR dla analizowanych zmiennych przedstawiono w dodatkowej Tabeli S1 i Rycinie 3.

Analiza wieloczynnikowa z zastosowaniem niestandardowych modeli wieloczynnikowych obejmowała parametry związane ze stanem odżywienia, wyłącznie (Model 1) lub włączając płeć i wiek (Model 2). W obu modelach wskaźniki BMI i NRS 2002 były nieistotne w kontekście śmiertelności wewnątrzszpitalnej ($p = 0,700$, $p = 0,430$ i $p = 0,576$, $p = 0,599$ dla Modeli 1 i 2, odpowiednio). Pierwszy model (Model 1) miał znacznie niższą dokładność przewidywania, poprawnie przewidując około 41,3% statusów przeżycia w zbiorze testowym. Ponadto dodanie informacji o płci i wieku do tego modelu (Model 2) pogorszyło dokładność przewidywania (około 37,9% dokładności). Szczegółowe wyniki prezentuje Tabela 6.

Wybrany model poprzez iterację (Model 3) wykorzystywał trzy efekty: mechanizm SCA ($p = 0,038$), wysoce czułe białko C-reaktywne (ang. *high sensitivity C-reactive protein*, hsCRP) ($p = 0,038$) i występowanie HF ($p = 0,069$). Pacjenci z mechanizmem VF / pVT mieli 1,68-krotnie mniejsze ryzyko śmierci niż pacjenci z typem asystolii / PEA. Ponadto, przy wyższym stężeniu hsCRP w surowicy, ryzyko śmierci wzrastało o 0,9% dla każdej jednostki (1 g/dL). Model miał umiarkowaną dokładność przewidywania, poprawnie przewidując status przeżycia u około 66% pacjentów. Szczegółowe wyniki prezentuje dodatkowa Tabela S2.

W oparciu o wartości pseudo- R^2 , model wykorzystujący informacje o hsCRP, mechanizmie CA i częstości występowania HF (Model 3) bezsprzecznie miał najlepszą zdolność przewidywania zgonu w zbiorze danych ($R^2 = 0,2042$ w Modelu 3 vs. $R^2 = 0,0085$ i $0,0236$ w Modelach 1 i 2, odpowiednio). Szczegółowe wyniki prezentuje Tabela 6.

Analiza jednoczynnikowa wykazała istotne powiązania między współczynnikiem ryzyka (ang. *hazard ratio*, HR) a stężeniem trójglicerydów (ang. *triglycerides*, TG) w surowicy ($p = 0,017$) lub hsCRP ($p = 0,018$). Wzrost tych parametrów o 1 mg/dl (TG) lub 1 mg/l (hsCRP) wiązał się ze wzrostem HR odpowiednio o 0,23% lub 0,34%. Zgodnie z modelem wieloczynnikowym przedstawionym w Tabeli 7, wzrost BMI lub hsCRP (w mg/l) o jedną jednostkę wiązał się ze wzrostem HR odpowiednio o 6,37% ($p = 0,048$) lub 0,60% ($p = 0,002$). Co więcej, występowanie cukrzycy zmniejszyło wartości funkcji ryzyka 3,44-krotnie. Szczegółowe wyniki prezentuje dodatkowa Tabela S3 i Rycina 4.

Z kolei, głównym celem drugiej pracy badawczej *Does obesity influence the return of spontaneous circulation among out-of-hospital cardiac arrest patients? A retrospective cohort study* [28] była ocena wpływu otyłości na ROSC u pacjentów po OHCA. Wyniki badania biorąc pod uwagę analizę jednoczynnikową wykazały związek między ROSC a wiekiem ($p < 0,001$), lokalizacją incydentu ($p < 0,001$), początkowym rytmem OHCA ($p < 0,001$), otyłością ($p = 0,003$), DM ($p = 0,028$), HT ($p \approx 0,015$) i ACS ($p < 0,001$). Wraz z rocznym wzrostem prawdopodobieństwo wystąpienia ROSC spadło o około 1,94%. Jeśli incydent miał miejsce w miejscu publicznym, szanse na ROSC były 1,60-krotnie wyższe w porównaniu do

zdarzeń w domu. Ponad 2-krotnie (2,056) wyższe szanse na ROSC zaobserwowano u osób z początkowym rytmem VF / pVT w porównaniu z asystolią / PEA. Otyłość i DM zmniejszały szanse na ROSC odpowiednio o około 10,6% i 3,5%. HT zmniejszyła te szanse o około 3,4%, podczas gdy ACS zwiększył szanse o 15,1%. Ani płeć, ani udar mózgu lub HF nie miały wpływu na prawdopodobieństwo ROSC ($p = 0,079$, $p = 0,721$, $p = 0,367$, odpowiednio). Szczegółowe wyniki prezentuje Tabela 1.

Uzyskany model wieloczynnikowy wykorzystywał informacje o początkowym rytmie ($p < 0,001$), wieku ($p < 0,001$), lokalizacji OHCA ($p < 0,001$) i otyłości ($p = 0,023$). Początkowy rytm VF / pVT wykazywał około 1,92-krotnie niższe szanse na ROSC niż początkowy rytm asystolia / PEA. Wzrost wieku o rok zmniejszał te szanse na przeżycie o około 1,01%, z kolei otyłość zmniejszała szanse o około 8,70%. Szczegółowe wyniki prezentuje Tabela 3A.

Po podzieleniu próby populacji na podstawie statusu otyłości (Tabela 2), obie próby wykazały związek między szanse na ROSC a wiekiem ($p < 0,001$), lokalizacją ($p < 0,001$) i początkowym rytmem OHCA ($p < 0,001$). Roczny wzrost wieku zmniejszał szanse o około 1,94% u pacjentów bez otyłości i 2,35% u pacjentów z otyłością. Jeśli incydent miał miejsce w miejscu publicznym, szanse na ROSC wzrosły o około 60,1% i 55,8% (w porównaniu do lokalizacji domowej) odpowiednio u osób bez otyłości i otyłych. Podobnie, jak pokazano w całym zbiorze danych, początkowy rytm VF / pVT był związany z wyższymi szansami na ROSC w porównaniu z asystolią / PEA u osób bez otyłości (2,065-krotnie wyższe szanse) i otyłych (1,652-krotnie wyższe szanse). Różnica między warstwami nieotyłymi i otyłymi polegała na związku między szansami na ROSC a udarem (45,1% wzrost szans u otyłych), HT (3,1% spadek szans u nieotyłych) i ostrym zespołem wieńcowym (15,3% wzrost szans wśród nieotyłych). Wyniki jednoczynnikowej regresji logistycznej mierzącej szanse na ROSC po stratyfikacji według statusu otyłości (tylko istotne OR) przedstawiono na Rycinie 2.

Modele wieloczynnikowe wykorzystywały informacje dotyczące wieku, początkowego rytmu OHCA i lokalizacji, niezależnie od statusu otyłości. Szczegółowe wyniki prezentują Tabele 3B i 3C. Dodatkowo w modelu analizowanym dla osób otyłych wykorzystano informacje dotyczące częstości występowania udaru mózgu ($p = 0,005$). Skorygowane OR w warstwach bez otyłości lub z otyłością wynosiły odpowiednio 0,263 lub 0,443 (asystolia / PEA vs. VF / pVT), 0,986 lub 0,981 (po zwiększeniu wieku o rok) oraz 2,158 lub 2,101 (miejsce publiczne vs w domu). Osoby otyłe, które doznały udaru, miały około 2,047 razy większe szanse na ROSC. Wyniki wieloczynnikowych modeli regresji logistycznej mierzących szanse na ROSC (tylko istotne OR) przedstawiono na rysunku 3.

8. Podsumowanie

Otyłość stawia przed ZRM poważne wyzwania, nie tylko ze względu na obecność schorzeń współistniejących u pacjentów, lecz także z powodu trudności w zastosowaniu standardowych wytycznych Europejskiej Rady Resuscytacji (ang. *European Resuscitation Council*, ERC) oraz wykonywaniu medycznych czynności ratunkowych. Przykładem jest utrzymanie odpowiedniej głębokości uciśnień klatki piersiowej, a anatomiczne różnice związane z otyłością wprowadzają dodatkowe trudności. Innym aspektem jest realizacja procedur ALS u pacjentów z otyłością, co obejmuje wyzwania związane z intubacją dotchawiczą czy założeniem dostępu dożylnego lub doszpikowego. Aktualne wytyczne ERC nie dostarczają specyficznych zaleceń dotyczących procedur resuscytacyjnych u pacjentów z otyłością, co dodatkowo podkreśla brak dostosowanych strategii postępowania [29,30].

Syntetyczna interpretacja przedstawionych wyników autorskich i rozważenie ich znaczenia w świetle dostępnej literatury wskazuje, że zarówno wskaźnik BMI, jak i wyniki NRS 2002 nie są jednoznacznie związane z przeżywalnością pacjentów z OHCA przyjętych do ICU [27]. Dowody dotyczące związku między wynikiem BMI a śmiertelnością są sprzeczne. Niektórzy autorzy nie dowodzą o istotnym związku z wynikiem BMI, a inni zgłaszają wzrost lub spadek śmiertelności pacjentów [31]. W autorskim badaniu nie odnotowano istotnej różnicy w BMI między osobami, które przeżyły i nie przeżyły SCA. Podobnie, sam wskaźnik BMI nie mógł być wykorzystany jako czynnik prognostyczny zgonu podczas pobytu na ICU. Jednak ryzyko śmiertelności szpitalnej wzrosło o 6,37% na każdą jednostkę wzrostu BMI w jednostce czasu.

Kwestia wpływu otyłości na długość hospitalizacji i śmiertelność wewnątrzszpitalną na ICU jest kontrowersyjna [32]. "Paradoks otyłości" jest dobrze znanym zjawiskiem wśród pacjentów z HF lub ACS, chociaż mechanizmy tego paradoksu pozostają spekulatywne [33,34]. Wyniki metaanalizy wskazują, że pacjenci z sepsą leczeni w ICU ze współistniejącą nadwagą lub otyłością wykazywali zmniejszoną śmiertelność [35]. Z drugiej strony najnowsza metaanaliza dotycząca pacjentów z HF wskazuje, że zjawisko to nie powinno być więcej rozpatrywane a wyższy stopień otyłości wiązał się nasileniem objawów i gorszą jakością życia. Także badanie Hjalmarsson i wsp. [36] analizujące niemalże 56,000 przypadków OHCA w Szwecji wykazało, że w kontekście przeżycia pacjentów z OHCA „paradoks otyłości” nie istnieje.

Wyniki przedstawione w autorskim badaniu nie potwierdziły, że wyższe ryzyko niedożywienia wiąże się ze śmiertelnością u pacjentów z SCA. Inni badacze wykazali jednak, że niedożywienie wiązało się nie tylko z wyższą śmiertelnością wewnątrzszpitalną w ICU, ale także z przedłużoną hospitalizacją z powodu wentylacji mechanicznej, a w konsekwencji ze

zwiększonymi kosztami leczenia [21,37,38]. Pacjenci w stanie krytycznym również wykazywali związek między niedożywieniem a wyższą śmiertelnością [39].

W badaniu autorskim stężenie hsCRP było dodatnio związane z prawdopodobieństwem zgonu. Współistniejąca z przewlekłym stanem zapalnym otyłość znajduje się wśród głównych czynników związanych z wysokim CRP [45]. W badaniach wśród pacjentów z IHCA i rytmem niewymagającym defibrylacji mieli wyższe poziomy hsCRP w porównaniu do pacjentów z OHCA. Mogło to być spowodowane pobytem w szpitalu, który mógł zwiększyć ryzyko infekcji [40]. CRP jest nie tylko powszechnie stosowane u pacjentów w stanie ciężkim w celu diagnostyki nowych infekcji lub weryfikacji skuteczności antybiotykoterapii. U pacjentów po ROSC zwykle rozwija się zespół niedokrwienno-reperfuzyjny, prowadzący do ogólnoustrojowego stanu zapalnego, który wraz z niedotlenieniem mózgu i uszkodzeniem mięśnia sercowego, stanowią główne składowe PCAS [41,42]. Badania donoszą, że duża liczba pacjentów, którzy zmarli szybko po przyjęciu do ICU, cierpiała na PCAS [43]. Chociaż nie było to związane ze stanem odżywienia, rytm asystolia / PEA okazał się być czynnikiem zwiększającym ryzyko zgonu [44,45].

Ponadto badanie autorskie wykazało, że otyłość była istotnym czynnikiem predykcyjnym ROSC w modelach jedno- i wieloczynnikowych [28]. Szanse na ROSC wzrosły, gdy OHCA wystąpił w miejscu publicznym i zmniejszyły się, gdy rytmem inicjującym była asystolia / PEA oraz wraz ze wzrostem wieku pacjenta. Zjawisko to zaobserwowano u wszystkich pacjentów oraz po podzieleniu ich na grupy z otyłością i bez otyłości. Wyniki te są dobrze znane i znajdują potwierdzenie w wynikach wcześniejszych badań [46–48]. W analizie wieloczynnikowej otyłość była istotnym czynnikiem prognostycznym i zmniejszała szanse na ROSC o 8,2%. W niektórych badaniach wykazano, iż grupa pacjentów z IHCA, będących jednocześnie osobami z otyłością charakteryzuje się znacznie młodszym wiekiem w porównaniu do pozostałych badanych. Ponadto pacjenci ci wykazywali tendencje do występowania rytmów defibracyjnych (VF/VT) jako rytmów inicjujących CA. Może to tłumaczyć zwiększone szanse na ROSC wśród pacjentów z otyłością również w warunkach pozaszpitalnych [49,50]. Wykonywanie wysokiej jakości CPR u pacjentów z otyłością może być problematyczne ze względu na zwiększony wymiar przednio-tylny klatki piersiowej, gdyż obecność i rozmieszczenie tkanki tłuszczowej wokół klatki piersiowej może zmniejszać skuteczność ucisku [18].

Otyłość może również powodować trudności w utrzymaniu drożności dróg oddechowych i przywróceniu prawidłowego rytmu serca u pacjentów wymagających defibrylacji [51]. U pacjentów przyjmowanych do ICU, tkanka tłuszczowa może służyć jako składnik odżywczy, gdy metabolizm gwałtownie wzrasta. Twierdzenie to jest jednak najczęściej używane, gdy do

oceny otyłości stosuje się BMI, który ma wiele ograniczeń, do których należą brak rozróżnienia między fenotypami otyłości i nieuwzględnianie proporcji składu ciała lub obrzęków [52]. Ostatnie badania, zarówno u pacjentów po OHCA, jak i w innych stanach zagrożenia życia, sugerują, że "paradoks otyłości" nie istnieje i że nie należy brać pod uwagę protekcyjnego wpływu otyłości pacjentów [53].

Biorąc pod uwagę wszystkie możliwe konsekwencje otyłości (w szczególności powikłania zdrowotne), wytyczne ERC słusznie podkreślają potrzebę zapobiegania SCA, w tym wczesnego wykrywania i leczenia, na przykład choroby wieńcowej, z którą otyłość jest silnie skorelowana [54]. W analizie wieloczynnikowej wśród pacjentów z otyłością istniała większa szansa na ROSC wśród osób, które doznały udaru mózgu. Istnieją doniesienia, w których pacjenci z OHCA z etiologią udarową mieli większą szansę na ROSC, ale mniejszą szansę na korzystny wynik neurologiczny, a nawet 30-dniowe przeżycie w stosunku do etiologii sercowej [38]. Jednak ze względu na ograniczone dane z dokumentacji medycznej badanych przypadków OHCA, wynik ten należy interpretować z dużą ostrożnością i wymaga dalszych prospektywnych badań w tym obszarze.

8.1. Ograniczenia badań własnych

W odniesieniu do pierwszej publikacji [27], głównym ograniczeniem była względnie niewielka liczba pacjentów, nie mniej jednak była ona specyficzna obejmując pacjentów u których uzyskano ROSC i byli leczeni na oddziale ICU. W niektórych przypadkach brakowało danych dotyczących NRS 2002 i BMI w dokumentacji medycznej. Do ograniczeń zaliczyć można również brak analizy składu ciała metodą bioelektrycznej impedancji (ang. *bioelectrical impedance analysis*, BIA) oraz brak pomiarów Wskaźnika Talia-Biodra (ang. *Waist-Hip Ratio*, WHR). Wyniki BMI mogły być nieprecyzyjnym wskaźnikiem oceny nadwagi i otyłości. Ponadto, badanie miało charakter retrospektywny, co utrudniało uzyskanie pewnych danych, w głównej mierze ze względu na ich anonimizację, co wpływało na analizę długoterminowego przeżycia.

W przypadku drugiego artykułu [28], badanie ma pewne ograniczenia związane z retrospektywnym charakterem i niepewności danych dotyczących chorób współistniejących, ponieważ ZRM mogły nie mieć dostępu do pełnej historii medycznej pacjentów. Nie można jednoznacznie określić, czy udar wystąpił bezpośrednio przed zdarzeniem lub w przeszłości. Brak danych na temat rozpoczęcia CPR przed przybyciem zespołu czy długości trwania CPR utrudnia ich uwzględnienie w analizie. Ponadto, analizowane dane medyczne były anonimizowane, uniemożliwiając analizę długoterminowego przeżycia. Mimo to, mocną stroną badania była duża liczebność próby, obejmująca całą polską populację.

8.2. Implikacje dla praktyki klinicznej

Przedstawione powyżej wyniki w ramach niniejszej rozprawy doktorskiej mają znaczenie poznawcze, ale również praktyczne, przez co niosą istotne implikacje kliniczne w kontekście postępowania z pacjentami zarówno podczas SCA jak i na etapie opieki poresuscytacyjnej.

W kontekście praktyki klinicznej, szczególne znaczenie ma profesjonalne szkolenie personelu medycznego, obejmujące dostosowanie procedur resuscytacyjnych do specyficznych wymagań pacjentów z otyłością. Biorąc pod uwagę, że co 8 osoba na świecie zmaga się z otyłością a 43% światowej populacji ma nadwagę [55], personel medyczny powinien być świadomy problemu z jakim się mierzy zdrowie publiczne i być przygotowanym do odbywania interwencji w tych grupach pacjentów. Skomplikowane zadania, takie jak prowadzenie skutecznej CPR czy utrzymanie drożności dróg oddechowych, wymagają specjalistycznej wiedzy i umiejętności dostosowanych do anatomii pacjentów z nadmierną masą ciała.

Dodatkowo ze względu na specyficzne wyzwania związane z otyłością podczas prowadzenia medycznych czynności ratunkowych (MCR), takich jak skuteczne wykonywanie CPR, utrzymanie drożności dróg oddechowych, a także założenie dostępu doszpikowego czy kaniulacji żył obwodowych, kluczowe jest specjalistyczne szkolenie personelu medycznego. Dostosowywanie MCR do specyficznych potrzeb pacjentów z otyłością wymaga wiedzy i umiejętności personelu, aby skutecznie radzić sobie z uwarunkowaniami anatomicznymi wynikającymi z nadmiernej masy ciała, jak również osobniczego rozkładu i akumulacji tkanki tłuszczowej, zapewniając jednocześnie bezpieczną i efektywną opiekę w sytuacjach nagłych. Dodatkowo niezbędne są szkolenia personelu medycznego m.in. pod kątem rozpoznawania powikłań po zabiegach bariatrycznych oraz dostosowanie sprzętu zarówno w ambulansach, szpitalnych oddziałach ratunkowych jak i oddziałach intensywnej terapii do pracy z pacjentami z otyłością. Wydaje się być zasadne, aby szkolenia w zakresie ALS były obowiązkowe dla personelu medycznego np. raz na 5 lat, tak jak zmieniają się wytyczne ERC w tym zakresie. Należałoby rozważyć wprowadzenie zmian w zakresie kształcenia podyplomowego personelu pielęgniarskiego, ponieważ personel ten po odbyciu kursu specjalistycznego z resuscytacji krążeniowo-oddechowej nie ma obowiązku jego odświeżania, a zdobyte uprawnienia posiada dożywotnio.

Uwzględnienie narzędzi diagnostycznych, takich jak NRS 2002, powszechnie stosowanego przy każdym przyjęciu do szpitala w polskim systemie ochrony zdrowia, potwierdza słuszność wnikliwej oceny wyjściowej stanu pacjenta w kontekście stanu odżywienia. Jest to kluczowe dla skutecznego planowania opieki poresuscytacyjnej w ICU. Personel ICU powinien przechodzić regularne szkolenia z zakresu rozpoznawania niedożywienia oraz aktualizować wiedzę na temat najnowszych metod i narzędzi oceny stanu odżywienia. Ważna jest

interdyscyplinarna współpraca i udział dietetyka w procesie diagnostyczno-leczniczym. Wczesne rozpoznanie i rozpoczęcie leczenia żywieniowego są kluczowe u pacjentów z niedożywieniem.

Ponadto efektywne edukowanie pacjentów z otyłością na temat jej powikłań i potencjalnych zagrożeń oraz zachęcenie do podjęcia zmian w stylu życia i rozpoczęcia leczenia jest kluczowe. Działania prewencyjne, takie jak kontrola czynników ryzyka CVD, mogą być skuteczne, jeżeli będą prowadzone konsekwentnie na szeroką skalę. Zarówno niedożywienie jak i otyłość są problemem i wyzwaniem dla zdrowia publicznego. Z tego powodu ważne jest aby różne środowiska medyczne działały razem nad podnoszeniem świadomości i wdrażaniu strategii zarówno prewencyjnych jak i terapeutycznych.

Wreszcie, zaleca się prowadzenie dalszych badań prospektywnych, które pozwolą na bardziej kompleksową analizę wpływu stanu odżywienia na ROSC i długoterminowe przeżycie po przebytym SCA.

8.3. Kierunki przyszłych badań

Istotnym obszarem do prowadzenia dalszych badań jest bardziej wnikliwa i wieloczynnikowa analiza przez rozszerzenie pomiaru składu ciała metodami bardziej zaawansowanymi niż BMI, np. takimi jak BIA. Skupienie się na specyficznych parametrach antropometrycznych oraz ocena dystrybucji tkanki tłuszczowej może dostarczyć bardziej precyzyjnych informacji o wpływie otyłości na wyniki kliniczne w przypadku pacjentów z SCA.

Analiza wpływu różnych etiologii SCA stanowi kluczowy obszar badań z powodu złożoności oddziaływania otyłości na te konkretne sytuacje kliniczne. Rozważanie wpływu otyłości na rezultaty medycznych czynności ratunkowych w kontekście różnych etiologii SCA może spersonalizować podejście do pacjentów z nadmierną masą ciała, uwzględniając czynniki i mechanizmy związane z daną przyczyną SCA.

Dalsze badania powinny także koncentrować się na rozwinięciu skutecznych strategii interwencyjnych dla pacjentów z otyłością podczas CPR. Optymalizacja technik resuscytacyjnych, dostosowanych do specyfiki pacjentów z nadmierną masą ciała, może poprawić wyniki kliniczne. Wreszcie, analizy długoterminowego przeżycia po SCA, uwzględniające nie tylko aspekty kliniczne, ale także szeroko pojętą jakość życia pacjentów, stanowią kluczowy obszar dalszych badań. Podejście holistyczne pozwoli na pełniejsze zrozumienie skutków otyłości na długoterminowe rezultaty po SCA.

9. Wnioski

- 1) Niedowaga, nadwaga oraz otyłość wg. BMI oraz wysokie ryzyko niedożywienia wg. NRS 2002 nie stanowiły samodzielnych (bezwarunkowych) czynników wpływających na szanse na śmiertelność u pacjentów przyjętych na oddział ICU po przebytych OHCA lub IHCA.
- 2) Ryzyko śmiertelności w szpitalu (wyrażone jako współczynnik ryzyka – ryzyko w okresie badania) wzrastało wraz ze wzrostem wartości BMI, lecz nie obserwowano tego samego związku dla NRS 2002.
- 3) Wykazano, iż w badanej populacji pacjentów z OHCA, otyłość była istotnym czynnikiem predykcyjnym zmniejszającym szansę na ROSC o 8,2%.
- 4) Zarówno w ogólnej populacji badanej, jak i w grupach pacjentów z otyłością i bez niej, OHCA oraz rytm inicjujący VF/pVT były czynnikami predykcyjnymi zwiększającymi szansę na ROSC, natomiast starszy wiek pacjentów redukował te szanse.
- 5) Jednoznacznie, wpływ stanu odżywienia (w tym otyłości i niedożywienia) u pacjentów hospitalizowanych na oddziale intensywnej terapii po przebytych SCA wymaga prowadzenia dalszych, dobrze zaplanowanych i jakościowych badań.

10. Piśmiennictwo

1. Marijon, E.; Narayanan, K.; Smith, K.; Barra, S.; Basso, C.; Blom, M.T.; Crotti, L.; D'Avila, A.; Deo, R.; Dumas, F.; et al. The Lancet Commission to Reduce the Global Burden of Sudden Cardiac Death: A Call for Multidisciplinary Action. *Lancet Lond. Engl.* **2023**, *402*, 883–936, doi:10.1016/S0140-6736(23)00875-9.
2. Patel, K.; Hipskind, J.E. Cardiac Arrest. In *StatPearls*; StatPearls Publishing: Treasure Island (FL), 2024.
3. Murphy, T.W.; Cohen, S.A.; Hwang, C.W.; Avery, K.L.; Balakrishnan, M.P.; Balu, R.; Chowdhury, M.A.B.; Crabb, D.B.; Elmelige, Y.; Maciel, C.B.; et al. Cardiac Arrest: An Interdisciplinary Scoping Review of Clinical Literature from 2020. *J. Am. Coll. Emerg. Physicians Open* **2022**, *3*, e12773, doi:10.1002/emp2.12773.
4. Nolan, J.P.; Soar, J.; Zideman, D.A.; Biarent, D.; Bossaert, L.L.; Deakin, C.; Koster, R.W.; Wyllie, J.; Böttiger, B.; ERC Guidelines Writing Group European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive Summary. *Resuscitation* **2010**, *81*, 1219–1276, doi:10.1016/j.resuscitation.2010.08.021.
5. Chan, P.S.; McNally, B.; Tang, F.; Kellermann, A.; CARES Surveillance Group Recent Trends in Survival from Out-of-Hospital Cardiac Arrest in the United States. *Circulation* **2014**, *130*, 1876–1882, doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.114.009711.
6. Penketh, J.; Nolan, J.P. Post-Cardiac Arrest Syndrome. *J. Neurosurg. Anesthesiol.* **2023**, *35*, 260–264, doi:10.1097/ANA.0000000000000921.
7. de Graaf, C.; Donders, D.N.V.; Beesems, S.G.; Henriques, J.P.S.; Koster, R.W. Time to Return of Spontaneous Circulation and Survival: When to Transport in out-of-Hospital Cardiac Arrest? *Prehosp. Emerg. Care* **2021**, *25*, 171–181, doi:10.1080/10903127.2020.1752868.
8. Kumar, A.; Avishay, D.M.; Jones, C.R.; Shaikh, J.D.; Kaur, R.; Aljadah, M.; Kichloo, A.; Shiwalkar, N.; Keshavamurthy, S. Sudden Cardiac Death: Epidemiology, Pathogenesis and Management. *Rev. Cardiovasc. Med.* **2021**, *22*, 147–158, doi:10.31083/j.rcm.2021.01.207.
9. Holmström, E.; Efendijev, I.; Raj, R.; Pekkarinen, P.T.; Litonius, E.; Skrifvars, M.B. Intensive Care-Treated Cardiac Arrest: A Retrospective Study on the Impact of Extended Age on Mortality, Neurological Outcome, Received Treatments and Healthcare-Associated Costs. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* **2021**, *29*, 103,

doi:10.1186/s13049-021-00923-0.

10. Twig, G.; Yaniv, G.; Levine, H.; Leiba, A.; Goldberger, N.; Derazne, E.; Ben-Ami Shor, D.; Tzur, D.; Afek, A.; Shamiss, A.; et al. Body-Mass Index in 2.3 Million Adolescents and Cardiovascular Death in Adulthood. *N. Engl. J. Med.* **2016**, *374*, 2430–2440, doi:10.1056/NEJMoa1503840.
11. Dai, H.; Alsalhe, T.A.; Chalghaf, N.; Riccò, M.; Bragazzi, N.L.; Wu, J. The Global Burden of Disease Attributable to High Body Mass Index in 195 Countries and Territories, 1990–2017: An Analysis of the Global Burden of Disease Study. *PLoS Med.* **2020**, *17*, e1003198, doi:10.1371/journal.pmed.1003198.
12. Abdelaal, M.; le Roux, C.W.; Docherty, N.G. Morbidity and Mortality Associated with Obesity. *Ann. Transl. Med.* **2017**, *5*, 161, doi:10.21037/atm.2017.03.107.
13. Pedersen, M.H.; Bøgelund, M.; Dirksen, C.; Johansen, P.; Jørgensen, N.B.; Madsbad, S.; Pantin, U.H. The Prevalence of Comorbidities in Danish Patients with Obesity - A Danish Register-Based Study Based on Data from 2002 to 2018. *Clin. Obes.* **2022**, *12*, e12542, doi:10.1111/cob.12542.
14. Das, S.; Debnath, M.; Das, S.; Sarkar, S.; Rumana, A.S. Association of Overweight and Obesity with Hypertension, Diabetes and Comorbidity among Adults in Bangladesh: Evidence from Nationwide Demographic and Health Survey 2017-2018 Data. *BMJ Open* **2022**, *12*, e052822, doi:10.1136/bmjopen-2021-052822.
15. Durrer Schutz, D.; Busetto, L.; Dicker, D.; Farpour-Lambert, N.; Pryke, R.; Toplak, H.; Widmer, D.; Yumuk, V.; Schutz, Y. European Practical and Patient-Centred Guidelines for Adult Obesity Management in Primary Care. *Obes. Facts* **2019**, *12*, 40–66, doi:10.1159/000496183.
16. Hibbert, K.; Rice, M.; Malhotra, A. Obesity and ARDS. *Chest* **2012**, *142*, 785–790, doi:10.1378/chest.12-0117.
17. Soar, J.; Böttiger, B.W.; Carli, P.; Couper, K.; Deakin, C.D.; Djärv, T.; Lott, C.; Olasveengen, T.; Paal, P.; Pellis, T.; et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult Advanced Life Support. *Resuscitation* **2021**, *161*, 115–151, doi:10.1016/j.resuscitation.2021.02.010.
18. Secombe, P.; Sutherland, R.; Johnson, R. Body Mass Index and Thoracic Subcutaneous Adipose Tissue Depth: Possible Implications for Adequacy of Chest Compressions. *BMC Res. Notes* **2017**, *10*, 575, doi:10.1186/s13104-017-2918-9.

19. McFarlane, J. Defibrillation of Obese Patients. *Crit. Care Nurse* **2012**, *32*, 73–74, doi:10.4037/ccn2012613.
20. Lim, S.L.; Ong, K.C.B.; Chan, Y.H.; Loke, W.C.; Ferguson, M.; Daniels, L. Malnutrition and Its Impact on Cost of Hospitalization, Length of Stay, Readmission and 3-Year Mortality. *Clin. Nutr. Edinb. Scotl.* **2012**, *31*, 345–350, doi:10.1016/j.clnu.2011.11.001.
21. Lew, C.C.H.; Yandell, R.; Fraser, R.J.L.; Chua, A.P.; Chong, M.F.F.; Miller, M. Association Between Malnutrition and Clinical Outcomes in the Intensive Care Unit: A Systematic Review [Formula: See Text]. *JPEN J. Parenter. Enteral Nutr.* **2017**, *41*, 744–758, doi:10.1177/0148607115625638.
22. Maciel, L.R.M. de A.; Franzosi, O.S.; Nunes, D.S.L.; Loss, S.H.; Dos Reis, A.M.; Rubin, B. de A.; Vieira, S.R.R. Nutritional Risk Screening 2002 Cut-Off to Identify High-Risk Is a Good Predictor of ICU Mortality in Critically Ill Patients. *Nutr. Clin. Pract. Off. Publ. Am. Soc. Parenter. Enter. Nutr.* **2019**, *34*, 137–141, doi:10.1002/ncp.10185.
23. Ferrie, S.; Weiss, N.B.; Chau, H.Y.; Torkel, S.; Stepniewski, M.E. Association of Subjective Global Assessment with Outcomes in the Intensive Care Unit: A Retrospective Cohort Study. *Nutr. Diet. J. Dietit. Assoc. Aust.* **2022**, *79*, 572–581, doi:10.1111/1747-0080.12767.
24. Cederholm, T.; Jensen, G.L.; Correia, M.I.T.D.; Gonzalez, M.C.; Fukushima, R.; Higashiguchi, T.; Baptista, G.; Barazzoni, R.; Blaauw, R.; Coats, A.; et al. GLIM Criteria for the Diagnosis of Malnutrition - A Consensus Report from the Global Clinical Nutrition Community. *Clin. Nutr. Edinb. Scotl.* **2019**, *38*, 1–9, doi:10.1016/j.clnu.2018.08.002.
25. Gul, S.S.; Cohen, S.A.; Avery, K.L.; Balakrishnan, M.P.; Balu, R.; Chowdhury, M.A.B.; Crabb, D.; Huesgen, K.W.; Hwang, C.W.; Maciel, C.B.; et al. Cardiac Arrest: An Interdisciplinary Review of the Literature from 2018. *Resuscitation* **2020**, *148*, 66–82, doi:10.1016/j.resuscitation.2019.12.030.
26. Murphy, T.W.; Cohen, S.A.; Hwang, C.W.; Avery, K.L.; Balakrishnan, M.P.; Balu, R.; Chowdhury, M.A.B.; Crabb, D.B.; Elmelige, Y.; Maciel, C.B.; et al. Cardiac Arrest: An Interdisciplinary Scoping Review of Clinical Literature from 2020. *J. Am. Coll. Emerg. Physicians Open* **2022**, *3*, e12773, doi:10.1002/emp2.12773.
27. Fehler, P.; Zielińska, M.; Uchmanowicz, B.; Juárez-Vela, R.; Lewandowski, Ł.; Zieliński, S.; Czaplą, M. Do Body Mass Index and Nutritional Risk Score 2002 Influence the In-Hospital Mortality of Patients Following Cardiac Arrest? *Nutrients* **2023**, *15*, 436, doi:10.3390/nu15020436.

28. Fehler, P.; Lewandowski, L.; Uchmanowicz, I.; Smereka, J.; Czapla, M. Does Obesity Influence the Return of Spontaneous Circulation among Out-of-Hospital Cardiac Arrest Patients? A Retrospective Cohort Study. *Disaster Emerg. Med. J.* **2023**, *0*.
29. Lott, C.; Truhlář, A.; Alfonzo, A.; Barelli, A.; González-Salvado, V.; Hinkelbein, J.; Nolan, J.P.; Paal, P.; Perkins, G.D.; Thies, K.-C.; et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac Arrest in Special Circumstances. *Resuscitation* **2021**, *161*, 152–219, doi:10.1016/j.resuscitation.2021.02.011.
30. Plourde, B.; Sarrazin, J.-F.; Nault, I.; Poirier, P. Sudden Cardiac Death and Obesity. *Expert Rev. Cardiovasc. Ther.* **2014**, *12*, 1099–1110, doi:10.1586/14779072.2014.952283.
31. Flegal, K.M.; Ioannidis, J.P.A.; Doehner, W. Flawed Methods and Inappropriate Conclusions for Health Policy on Overweight and Obesity: The Global BMI Mortality Collaboration Meta-Analysis. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle* **2019**, *10*, 9–13, doi:10.1002/jcsm.12378.
32. De Jong, A.; Verzilli, D.; Sebbane, M.; Monnin, M.; Belafia, F.; Cisse, M.; Conseil, M.; Carr, J.; Jung, B.; Chanques, G.; et al. Medical Versus Surgical ICU Obese Patient Outcome: A Propensity-Matched Analysis to Resolve Clinical Trial Controversies. *Crit. Care Med.* **2018**, *46*, e294–e301, doi:10.1097/CCM.0000000000002954.
33. Kałużna-Oleksy, M.; Krysztofiak, H.; Migaj, J.; Wleklik, M.; Dudek, M.; Uchmanowicz, I.; Lesiak, M.; Straburzyńska-Migaj, E. Relationship between Nutritional Status and Clinical and Biochemical Parameters in Hospitalized Patients with Heart Failure with Reduced Ejection Fraction, with 1-Year Follow-Up. *Nutrients* **2020**, *12*, 2330, doi:10.3390/nu12082330.
34. Czapla, M.; Juárez-Vela, R.; Gea-Caballero, V.; Zieliński, S.; Zielińska, M. The Association between Nutritional Status and In-Hospital Mortality of COVID-19 in Critically-Ill Patients in the ICU. *Nutrients* **2021**, *13*, 3302, doi:10.3390/nu13103302.
35. Pepper, D.J.; Sun, J.; Welsh, J.; Cui, X.; Suffredini, A.F.; Eichacker, P.Q. Increased Body Mass Index and Adjusted Mortality in ICU Patients with Sepsis or Septic Shock: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit. Care Lond. Engl.* **2016**, *20*, 181, doi:10.1186/s13054-016-1360-z.
36. Hjalmarsson, A.; Rawshani, A.; Råmunddal, T.; Rawshani, A.; Hjalmarsson, C.; Myredal, A.; Höskuldottir, G.; Hessulf, F.; Hirlekar, G.; Angerås, O.; et al. No Obesity Paradox in Out-of-Hospital Cardiac Arrest: Data from the Swedish Registry of Cardiopulmonary

Resuscitation. *Resusc. Plus* **2023**, *15*, 100446, doi:10.1016/j.resplu.2023.100446.

37. Lucas, M.C.S.; Fayh, A.P.T. Nutritional Status, Hyperglycemia, Early Nutrition, and Mortality of Patients Hospitalized in an Intensive Care Unit. *Rev. Bras. Ter. Intensiva* **2012**, *24*, 157–161.
38. Mohialdeen Gubari, M.I.; Hosseinzadeh-Attar, M.J.; Hosseini, M.; Mohialdeen, F.A.; Othman, H.; Hama-Ghareeb, K.A.; Norouzy, A. Nutritional Status in Intensive Care Unit: A Meta-Analysis and Systematic Review. *Galen Med. J.* **2020**, *9*, e1678, doi:10.31661/gmj.v9i0.1678.
39. Mogensen, K.M.; Robinson, M.K.; Casey, J.D.; Gunasekera, N.S.; Moromizato, T.; Rawn, J.D.; Christopher, K.B. Nutritional Status and Mortality in the Critically Ill. *Crit. Care Med.* **2015**, *43*, 2605–2615, doi:10.1097/CCM.0000000000001306.
40. Dell'anna, A.M.; Bini Viotti, J.; Beumier, M.; Orbegozo-Cortes, D.; Donadello, K.; Scolletta, S.; Vincent, J.-L.; Taccone, F.S. C-Reactive Protein Levels after Cardiac Arrest in Patients Treated with Therapeutic Hypothermia. *Resuscitation* **2014**, *85*, 932–938, doi:10.1016/j.resuscitation.2014.04.003.
41. Scolletta, S.; Donadello, K.; Santonocito, C.; Franchi, F.; Taccone, F.S. Biomarkers as Predictors of Outcome after Cardiac Arrest. *Expert Rev. Clin. Pharmacol.* **2012**, *5*, 687–699, doi:10.1586/ecp.12.64.
42. Langeland, H.; Damås, J.K.; Mollnes, T.E.; Ludviksen, J.K.; Ueland, T.; Michelsen, A.E.; Løberg, M.; Bergum, D.; Nordseth, T.; Skjærvold, N.K.; et al. The Inflammatory Response Is Related to Circulatory Failure after Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Prospective Cohort Study. *Resuscitation* **2022**, *170*, 115–125, doi:10.1016/j.resuscitation.2021.11.026.
43. Lemiale, V.; Dumas, F.; Mongardon, N.; Giovanetti, O.; Charpentier, J.; Chiche, J.-D.; Carli, P.; Mira, J.-P.; Nolan, J.; Cariou, A. Intensive Care Unit Mortality after Cardiac Arrest: The Relative Contribution of Shock and Brain Injury in a Large Cohort. *Intensive Care Med.* **2013**, *39*, 1972–1980, doi:10.1007/s00134-013-3043-4.
44. Adielsson, A.; Djärv, T.; Rawshani, A.; Lundin, S.; Herlitz, J. Changes over Time in 30-Day Survival and the Incidence of Shockable Rhythms after in-Hospital Cardiac Arrest - A Population-Based Registry Study of Nearly 24,000 Cases. *Resuscitation* **2020**, *157*, 135–140, doi:10.1016/j.resuscitation.2020.10.015.
45. Hessulf, F.; Karlsson, T.; Lundgren, P.; Aune, S.; Strömsöe, A.; Södersved Källestedt,

- M.-L.; Djärv, T.; Herlitz, J.; Engdahl, J. Factors of Importance to 30-Day Survival after in-Hospital Cardiac Arrest in Sweden - A Population-Based Register Study of More than 18,000 Cases. *Int. J. Cardiol.* **2018**, *255*, 237–242, doi:10.1016/j.ijcard.2017.12.068.
46. Czapla, M.; Zielińska, M.; Kubica-Cielińska, A.; Diakowska, D.; Quinn, T.; Karniej, P. Factors Associated with Return of Spontaneous Circulation after Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Poland: A One-Year Retrospective Study. *BMC Cardiovasc. Disord.* **2020**, *20*, 288, doi:10.1186/s12872-020-01571-5.
47. Tanaka, H.; Ong, M.E.H.; Siddiqui, F.J.; Ma, M.H.M.; Kaneko, H.; Lee, K.W.; Kajino, K.; Lin, C.-H.; Gan, H.N.; Khruengkarnchana, P.; et al. Modifiable Factors Associated With Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest in the Pan-Asian Resuscitation Outcomes Study. *Ann. Emerg. Med.* **2018**, *71*, 608-617.e15, doi:10.1016/j.annemergmed.2017.07.484.
48. Havranek, S.; Fingrova, Z.; Rob, D.; Smalcova, J.; Kavalkova, P.; Franek, O.; Smid, O.; Huptych, M.; Dusik, M.; Linhart, A.; et al. Initial Rhythm and Survival in Refractory Out-of-Hospital Cardiac Arrest. Post-Hoc Analysis of the Prague OHCA Randomized Trial. *Resuscitation* **2022**, *181*, 289–296, doi:10.1016/j.resuscitation.2022.10.006.
49. Gupta, T.; Kolte, D.; Mohananey, D.; Khera, S.; Goel, K.; Mondal, P.; Aronow, W.S.; Jain, D.; Cooper, H.A.; Iwai, S.; et al. Relation of Obesity to Survival After In-Hospital Cardiac Arrest. *Am. J. Cardiol.* **2016**, *118*, 662–667, doi:10.1016/j.amjcard.2016.06.019.
50. Testori, C.; Sterz, F.; Losert, H.; Krizanac, D.; Haugk, M.; Uray, T.; Arrich, J.; Stratil, P.; Sodeck, G. Cardiac Arrest Survivors with Moderate Elevated Body Mass Index May Have a Better Neurological Outcome: A Cohort Study. *Resuscitation* **2011**, *82*, 869–873, doi:10.1016/j.resuscitation.2011.02.027.
51. Evrin, T.; Szarpak, L.; Katipoglu, B.; Mishyna, N.; Kockan, B.S.; Ruetzler, K.; Schläpfer, M. Video-Assisted versus Macintosh Direct Laryngoscopy for Intubation of Obese Patients: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Disaster Emerg. Med. J.* **2022**, *7*, 30–40, doi:10.5603/DEMJ.a2022.0004.
52. Carbone, S.; Billingsley, H.E.; Rodriguez-Miguel, P.; Kirkman, D.L.; Garten, R.; Franco, R.L.; Lee, D.-C.; Lavie, C.J. Lean Mass Abnormalities in Heart Failure: The Role of Sarcopenia, Sarcopenic Obesity, and Cachexia. *Curr. Probl. Cardiol.* **2019**, 100417, doi:10.1016/j.cpcardiol.2019.03.006.
53. Butt, J.H.; Petrie, M.C.; Jhund, P.S.; Sattar, N.; Desai, A.S.; Køber, L.; Rouleau, J.L.; Swedberg, K.; Zile, M.R.; Solomon, S.D.; et al. Anthropometric Measures and Adverse

Outcomes in Heart Failure with Reduced Ejection Fraction: Revisiting the Obesity Paradox. *Eur. Heart J.* **2023**, *44*, 1136–1153, doi:10.1093/eurheartj/ehad083.

54. Corrigendum to: 2021 ESC Guidelines on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice: Developed by the Task Force for Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice with Representatives of the European Society of Cardiology and 12 Medical Societies With the Special Contribution of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *Eur. Heart J.* **2022**, *43*, 4468, doi:10.1093/eurheartj/ehac458.
55. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC) Worldwide Trends in Body-Mass Index, Underweight, Overweight, and Obesity from 1975 to 2016: A Pooled Analysis of 2416 Population-Based Measurement Studies in 128·9 Million Children, Adolescents, and Adults. *Lancet Lond. Engl.* **2017**, *390*, 2627–2642, doi:10.1016/S0140-6736(17)32129-3.

11. Załączniki



Załącznik 1. Pierwsza praca z cyklu.

Piotr Fehler, Marzena Zielińska, Bartosz Uchmanowicz, Raúl Juárez-Vela, Łukasz Lewandowski, Stanisław Zieliński, Michał Czapla. Do Body Mass Index and Nutritional Risk Score 2002 Influence the In-Hospital Mortality of Patients Following Cardiac Arrest? Nutrients. 2023 Jan 14;15(2):436. doi: 10.3390/nu15020436.

MEiN = 140 pkt. / IF = 5,9

Article

Do Body Mass Index and Nutritional Risk Score 2002 Influence the In-Hospital Mortality of Patients Following Cardiac Arrest?

Piotr Fehler ^{1,2}, Marzena Zielińska ^{2,3,*}, Bartosz Uchmanowicz ⁴, Raúl Juárez-Vela ⁵ , Lukasz Lewandowski ⁶, Stanisław Zieliński ^{2,3} and Michał Czapla ^{1,5,7} 

¹ Institute of Heart Diseases, University Hospital, 50-566 Wrocław, Poland

² Department of Anaesthesiology and Intensive Care, University Hospital, 50-556 Wrocław, Poland

³ Department and Clinic of Anaesthesiology and Intensive Therapy, Faculty of Medicine, Wrocław Medical University, 50-556 Wrocław, Poland

⁴ Department of Nursing and Obstetrics, Faculty of Health Sciences, Wrocław Medical University, 51-618 Wrocław, Poland

⁵ Group of Research in Care (GRUPAC), Faculty of Health Sciences, University of La Rioja, 26006 Logroño, Spain

⁶ Department of Medical Biochemistry, Wrocław Medical University, 50-368 Wrocław, Poland

⁷ Department of Emergency Medical Service, Wrocław Medical University, 51-616 Wrocław, Poland

* Correspondence: marzena.zielinska@umw.edu.pl

Abstract: Background: Contemporarily, cardiac arrest (CA) remains one of the leading causes of death. Poor nutritional status can increase the post-CA mortality risk. The aim of this study was to determine the relationship between body mass index (BMI) and Nutritional Risk Score 2002 (NRS 2002) results and in-hospital mortality in patients admitted to the intensive care unit (ICU) after in-hospital and out-of-hospital cardiac arrest. Methods: A retrospective study and analysis of medical records of 161 patients admitted to the ICU of the University Clinical Hospital in Wrocław (Wrocław, Poland) was conducted. Results: No significant differences in body mass index (BMI) and nutritional risk score (NRS 2002) values were observed between non-survivors and survivors. Non-survivors had significantly lower albumin concentration ($p = 0.017$) and total cholesterol (TC) ($p = 0.015$). In multivariate analysis BMI and NRS 2002 scores were not, per se, associated with the in-hospital mortality defined as the odds of death (Model 1: $p: 0.700, 0.430$; Model 2: $p: 0.576, 0.599$). Univariate analysis revealed significant associations between the hazard ratio (HR) and TG ($p \approx 0.017, HR: 0.23$) and hsCRP ($p \approx 0.018, HR: 0.34$). In multivariate analysis, mortality risk over time was influenced by higher scores in parameters such as BMI ($HR = 0.164; p = 0.048$) and hsCRP ($HR = 1.006, p = 0.002$). Conclusions: BMI and NRS 2002, on their own (unconditionally – in the whole study group) did not alter the odds of mortality in patients admitted to the intensive care unit (ICU) after in-hospital and out-of-hospital cardiac arrest. The risk of in-hospital mortality (expressed as hazard ratio – the risk over the time period of the study) increased with an increase in BMI but not with NRS 2002.

Keywords: obesity; sudden cardiac arrest; mortality; BMI; ICU; ROSC



Citation: Fehler, P.; Zielińska, M.; Uchmanowicz, B.; Juárez-Vela, R.; Lewandowski, L.; Zieliński, S.; Czapla, M. Do Body Mass Index and Nutritional Risk Score 2002 Influence the In-Hospital Mortality of Patients Following Cardiac Arrest? *Nutrients* **2023**, *15*, 436. <https://doi.org/10.3390/nu15020436>

Academic Editors: George Briassoulis, Panagiotis Briassoulis and Stavroula Ilija

Received: 26 December 2022

Revised: 9 January 2023

Accepted: 13 January 2023

Published: 14 January 2023



Copyright: © 2023 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/>).

1. Introduction

Cardiac arrest (CA) is one of the leading causes of death in the developed world [1]. Poor nutritional status can increase mortality risk following CA events. Furthermore, overweight and obesity are known to be associated with poor neurological outcomes in patients following CA [2]. Overweight and obesity pose a problem faced by 53 percent of the European Union's population [3]. Undoubtedly, the lack of proper BMI maintenance is one of the more serious global public health problems [4]. Obesity is often associated with various comorbidities that can not only directly threaten the health and/or life of patients but also determine their prognosis [5,6]. The fact that overweight and obesity are a cause of diabetes mellitus (DM), hypertension (HT), hyperlipemia, cardiovascular

disease (CVD), and certain cancers is well-documented in the form of numerous study reports [7–9]. When it comes to the COVID-19 pandemic, obesity has also been identified as one of the factors promoting the severe course of the disease [10,11]. Patients suffering from this condition may experience complications related to more frequent respiratory distress resulting from reduced chest and lung compliance and respiratory muscle failure, interalia [12]. Moreover, abnormal body mass can also pose a problem during patient intubation and extubation. Obese patients show a greater tendency towards developing the collapse of the upper airway; thus, they are more likely to require reintubation. The hospitalization of obese patients is prone to prolongation due to the aforementioned fact [13]. In Europe, the algorithm for medical specialists to manage CA is defined by the European Resuscitation Council Guidelines. When the initiating rhythm of CA is asystole/electrical activity without pulse (PEA), the patient requires both cardiopulmonary resuscitation and drug administration (e.g., epinephrine). When the initiating rhythm is ventricular fibrillation (VF)/pulseless ventricular tachycardia (pVT), the patient requires additional defibrillation [14]. Interestingly, performing subsequent chest compressions and defibrillation acts during the CA may be less effective due to the presence of fatty tissue on the anterior and posterior subcutaneous adipose tissues [15,16]. Despite the presence of a vast number of disorders, many researchers describe a so-called “obesity paradox” [17], linked to better outcomes in the out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) cohort, as well as improved survivability among patients suffering from heart diseases such as acute coronary syndrome (ACS) and heart failure (HF) [18,19]. Malnutrition acts as another factor that is associated with higher risk in hospital mortality and longer hospitalization in the intensive care unit (ICU) [20]. However, studies linking malnutrition to perilous ICU clinical outcomes have shown discrepant results, partly due to inadequate diagnoses of malnutrition [21]. According to current legislation in Poland, every patient must undergo a nutritional assessment upon hospital admission, with the use of screening tools such as the Nutritional Risk Score 2002 (NRS 2002) or the Subjective Global Assessment, being in line with the Global Leadership Initiative on Malnutrition guidelines [22].

The aim of this study was to determine the relationship between some components of nutritional status and in-hospital mortality in patients admitted to the ICU after in-hospital and out-of-hospital cardiac arrest. This question was addressed through the following specific objectives of the study:

- To assess whether there is a relationship between survival and BMI score;
- To assess whether there is an association between survival, malnutrition risk, and high malnutrition risk according to the NRS 2002.

2. Materials and Methods

2.1. Study Design and Setting

The medical records of 161 patients admitted for SCA (ICD10: I46) to the ICU of the University Clinical Hospital in Wrocław between January 2017 and February 2022 were analyzed retrospectively.

2.2. Study Population and Data

All patients included in the study met the maturity criterion (age: 18 or older) and were admitted to the ICU because of CA that did not result from excessive trauma. Patient data on length of hospitalization, BMI, NRS 2002 score, comorbidities, and laboratory results were collected. The study group was divided in two ways. The first division of patients was into one of three groups according to WHO classification: normal weight (BMI 18.5–24.9), pre-obese (BMI 25–29.9), and obese (BMI \geq 30). There were no individuals in the study group with a BMI of $<$ 18.5. An alternative form of grouping, used as an auxiliary assessment of differences in the values of continuous variables, was based on the following cut-off BMI values: non-obese (BMI $<$ 30) and obese (BMI \geq 30). The patients were grouped with respect to nutritional status against the NRS 2002 cut-off value of 5. Values \geq 3 indicated the risk of malnutrition. Conversely, values \geq 5 indicated high risk of

malnutrition [23]. The BMI and NRS 2002 scores of each individual patient were procured and updated by the physician who had admitted the patient to the ward.

2.3. Ethical Considerations

The study was conducted following the principles of the Declaration of Helsinki and was approved by the independent Bioethics Committee of Wrocław Medical University (No. KB-776/2022). The study followed the STROBE guidelines (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology).

2.4. Statistical Analysis

Data pre-processing and visualization were performed with Python 3.9.13. Statistical analysis was performed with Python 3.9.13 or the STATISTICA 13.3 package on license by Wrocław Medical University. The following Python packages were utilized: numpy 1.23.0, pandas 1.4.3, scikit-learn 1.1.3, scipy 1.9.3, statsmodels 0.13.2, zepid 0.9.1, and matplotlib 3.6.0. Statistical inference was based on $\alpha = 0.05$.

Analysis of the distribution of values of the selected variables, their scale of measurement, and the incidence of outliers or extreme values in the dataset were taken into account when selecting the most suitable methods for statistical inference. Differences between values after grouping by different categories were checked with the use of Kruskal–Wallis ANOVA or the Mann–Whitney U test, depending on the count of categories.

The contingency tables were analyzed with the χ^2 test. In the case of the 2×3 tables, if the p -value from this test was lower than the α value, subsequent pairwise χ^2 tests were performed after decomposing the tables into 2×2 tables. The p -values obtained from these pairwise tests were corrected for a false discovery rate of 0.05 with the Benjamini–Hochberg method and were used in a post-hoc analysis.

The incidence of death among the population sample was modeled by logistic regression with sigma-restricted (quasi-experimental) coding. Only main effects were used in the multivariate models. Stepwise elimination (p cutoff = 0.10) was used to obtain the multivariate model with the most impactful main effects. Apart from BMI and albumin, which were used in the analysis, variables with more than 5% of the data missing were excluded from the base variables used in the iterative selection of the most significant effects in order to prevent a loss of input data to the model and its associated excessive bias. Two custom multivariate models were used to assess the association between nutritional status and the odds of death. The assumption of linearity between the predictors and the logit was checked with the Box–Tidwell test. Goodness of fit was assessed with the Hosmer–Lemeshow test, the Akaike information criterion (AIC), the Bayesian information criterion, and Nagelkerke’s pseudo- R^2 . The hypothesis that $\beta = 0$ was tested with the Lagrange multiplier (score) test. Prediction power was analyzed based on the assessment of testing AUC computed with tenfold cross-validation.

Survival analysis was performed using the Cox proportional hazards regression model based on the Breslow estimator, with σ -restricted parametrization. The proportional hazards assumption was evaluated with the Schoenfeld test.

3. Results

3.1. Characteristics of the Sample Population

In order to analyze differences in the values of the continuous variables, the sample population was divided into groups. After stratifying the patients by BMI value, no significant differences (apart from those in BMI values) were found (Table 1).

Table 1. Characteristics of the sample population, by BMI value (continuous variables).

Variable	n	Total			BMI ≥ 30			BMI 25.0–29.9 (1st Q, Me, 3rd Q)			BMI 18.5–24.9 (1st Q, Me, 3rd Q)			p
		(1st Q, Me, 3rd Q)	n	(1st Q, Me, 3rd Q)	n	(1st Q, Me, 3rd Q)	n	(1st Q, Me, 3rd Q)	n	(1st Q, Me, 3rd Q)	n	(1st Q, Me, 3rd Q)	n	
Age (years)	160	56.00, 67.00, 74.50	37	64.00, 71.00, 74.00	51	57.50, 65.00, 75.50	48	53.00, 66.50, 74.00	48	53.00, 66.50, 74.00	48	53.00, 66.50, 74.00	0.177	
Albumin (g/dL)	136	2.50, 3.00, 3.50	31	2.65, 3.10, 3.60	43	2.75, 3.10, 3.60	43	2.40, 2.80, 3.40	43	2.40, 2.80, 3.40	43	2.40, 2.80, 3.40	0.221	
BMI (kg/m ²)	129	23.15, 26.23, 30.00	37	30.68, 31.98, 36.73	51	26.12, 27.68, 29.35	48	20.35, 22.67, 23.44	48	20.35, 22.67, 23.44	48	20.35, 22.67, 23.44	<0.001	
HDL (mg/dL)	62	25.00, 34.00, 45.00	17	25.00, 34.00, 46.00	20	29.00, 38.00, 50.25	18	22.00, 30.00, 45.75	18	22.00, 30.00, 45.75	18	22.00, 30.00, 45.75	0.417	
K (mmol/L)	158	3.78, 4.36, 5.09	37	4.13, 4.70, 5.50	51	3.66, 4.27, 4.80	47	3.68, 4.29, 5.46	47	3.68, 4.29, 5.46	47	3.68, 4.29, 5.46	0.100	
LDL (mg/dL)	62	58.00, 83.50, 108.00	17	58.00, 87.00, 134.00	20	68.75, 95.00, 108.00	18	67.50, 83.50, 100.75	18	67.50, 83.50, 100.75	18	67.50, 83.50, 100.75	0.804	
Lymphocytes (%)	73	5.60, 9.40, 16.40	16	6.28, 12.90, 16.25	24	6.52, 10.30, 16.45	23	5.95, 10.40, 15.45	23	5.95, 10.40, 15.45	23	5.95, 10.40, 15.45	0.903	
NRS 2002	161	3.00, 3.00, 4.00	37	3.00, 4.00, 4.00	51	3.00, 3.00, 4.00	48	3.00, 3.00, 4.00	48	3.00, 3.00, 4.00	48	3.00, 3.00, 4.00	0.152	
Na (mmol/L)	158	135.00, 138.00, 141.00	37	135.00, 138.00, 141.00	51	135.00, 139.00, 141.00	47	135.50, 138.00, 142.00	47	135.50, 138.00, 142.00	47	135.50, 138.00, 142.00	0.680	
PCT (ng/mL)	157	0.13, 0.45, 3.61	37	0.13, 0.99, 3.89	51	0.20, 0.51, 3.21	46	0.10, 0.34, 2.24	46	0.10, 0.34, 2.24	46	0.10, 0.34, 2.24	0.665	
TC (mg/dL)	105	111.00, 139.00, 172.00	26	104.00, 136.50, 179.50	38	111.00, 138.50, 163.75	27	112.00, 139.00, 173.00	27	112.00, 139.00, 173.00	27	112.00, 139.00, 173.00	0.996	
TG (mg/dL)	99	91.00, 134.00, 197.00	23	87.00, 156.00, 245.50	36	88.25, 101.50, 193.25	27	103.50, 128.00, 175.50	27	103.50, 128.00, 175.50	27	103.50, 128.00, 175.50	0.082	
TSH (uIU/mL)	99	0.98, 1.67, 3.34	23	1.34, 2.23, 3.20	31	1.09, 1.70, 2.84	30	0.77, 1.72, 3.59	30	0.77, 1.72, 3.59	30	0.77, 1.72, 3.59	0.655	
hsCRP (mg/L)	157	3.19, 13.92, 69.5	37	3.53, 21.90, 128.09	51	3.16, 12.45, 35.70	46	2.70, 14.92, 42.90	46	2.70, 14.92, 42.90	46	2.70, 14.92, 42.90	0.623	

Abbreviations: n, number of participants; Q, quartile; Me, median value; p, level of significance; HDL, high-density lipoprotein; K, potassium; LDL, low-density lipoprotein; NRS 2002, Nutritional Risk Score; Na, sodium; PCT, procalcitonin; TC, total cholesterol; TG, triglycerides; TSH, thyroid-stimulating hormone; hsCRP, high-sensitivity C-reactive protein.

In case of division in context or undernutrition state according to NRS 2002, patients with NRS ≥ 5 showed lower median BMI values compared to patients of lower risk of undernutrition ($p \approx 0.040$) (Table 2). Interestingly, differences between non-obese (BMI < 30) and obese patients were observed not only in BMI ($p < 0.001$), but also age ($p \approx 0.039$) and plasma potassium concentration ($p \approx 0.021$) (Table 2).

Table 2. Characteristics of the sample population and differences in malnutrition risk and obesity (continuous variables).

Variable	<i>n</i>	NRS 2002 3–5 (1st Q, Me, 3rd Q)	<i>n</i>	NRS 2002 ≥ 5 (1st Q, Me, 3rd Q)	<i>p</i>
Age (years)	148	56.75, 67.00, 75.00	12	53.75, 65.50, 72.25	0.846
Albumin (g/dL)	125	2.50, 3.00, 3.50	11	2.15, 2.70, 2.90	0.111
BMI (kg/m ²)	119	23.44, 26.30, 30.00	10	21.28, 23.26, 26.08	0.040
HDL (mg/dL)	56	24.75, 34.50, 45.25	6	26.75, 30.00, 40.00	0.544
K (mmol/L)	146	3.75, 4.46, 5.11	12	3.79, 3.90, 4.45	0.146
LDL (mg/dL)	56	58.00, 83.50, 108.00	6	74.50, 84.50, 93.75	0.924
Lymphocytes (%)	65	5.60, 9.20, 16.10	8	5.55, 15.20, 16.68	0.751
NRS 2002	149	3.00, 3.00, 4.00	12	5.00, 6.00, 6.00	<0.001
Na (mmol/L)	146	135.25, 138.00, 141.00	12	130.00, 134.50, 141.00	0.149
PCT (ng/mL)	145	0.15, 0.46, 3.62	12	0.07, 0.22, 0.96	0.240
TC (mg/dL)	95	112.00, 140.00, 171.50	10	111.25, 131.50, 172.00	0.943
TG (mg/dL)	89	90.00, 134.00, 197.00	10	107.25, 129.50, 173.25	0.958
TSH (uIU/mL)	93	0.98, 1.66, 3.07	6	1.93, 2.92, 5.47	0.153
hsCRP (mg/L)	145	3.10, 13.92, 80.39	12	3.50, 17.99, 41.79	0.976
Variable	<i>n</i>	Non-obese (1st Q, Me, 3rd Q)	<i>n</i>	Obese (1st Q, Me, 3rd Q)	<i>p</i>
Age (years)	123	53.00, 65.00, 74.50	37	64.00, 71.00, 74.00	0.039
Albumin (g/dL)	105	2.50, 3.00, 3.50	31	2.65, 3.10, 3.60	0.501
BMI (kg/m ²)	92	22.49, 24.82, 26.30	37	30.68, 31.98, 36.73	<0.001
HDL (mg/dL)	45	25.00, 34.00, 45.00	17	25.00, 34.00, 46.00	0.925
K (mmol/L)	121	3.71, 4.27, 4.89	37	4.13, 4.70, 5.50	0.021
LDL (mg/dL)	45	62.00, 82.00, 106.00	17	58.00, 87.00, 134.00	0.625
Lymphocytes (%)	57	5.60, 9.20, 16.40	16	6.28, 12.90, 16.25	0.670
NRS 2002	124	3.00, 3.00, 4.00	37	3.00, 4.00, 4.00	0.167
Na (mmol/L)	121	135.00, 138.00, 141.00	37	135.00, 138.00, 141.00	0.800
PCT (ng/mL)	120	0.13, 0.44, 3.01	37	0.13, 0.99, 3.89	0.707
TC (mg/dL)	79	113.00, 140.00, 168.50	26	104.00, 136.50, 179.50	0.917
TG (mg/dL)	76	97.75, 126.50, 194.25	23	87.00, 156.00, 245.50	0.426
TSH (uIU/mL)	76	0.67, 1.65, 3.18	23	1.34, 2.23, 3.20	0.238
hsCRP (mg/L)	120	3.17, 12.54, 41.62	37	3.53, 21.90, 128.09	0.222

Abbreviations: *n*, number of participants; Q, quartile; Me, median value; *p*, level of significance; BMI, body mass index; HDL, high-density lipoprotein; K, potassium; LDL, low-density lipoprotein; NRS 2002, Nutritional Risk Score; Na, sodium; PCT, procalcitonin; TC, total cholesterol; TG, triglycerides; TSH, thyroid-stimulating hormone; hsCRP, high-sensitivity C-reactive protein.

The numbers of patients with different BMI values, after accounting for comorbidities, are shown in Table 3. Significant differences in frequency were observed for chronic kidney disease (CKD) ($p \approx 0.034$), diabetes mellitus (DM) ($p < 0.001$), and hypertension (HT) ($p \approx 0.017$). Obese patients were characterized by 4.7-fold ($p \approx 0.031$) higher odds of CKD compared to patients with a BMI of < 30 . Patients with proper BMI score, in comparison with patients with a BMI of ≥ 25 , showed 3.62-fold ($p \approx 0.017$) lower odds of DM and 2.97-fold ($p \approx 0.020$) lower odds of HT.

Table 3. The comparison of assessed parameters (categorical variables) with the ranges of BMI (WHO criteria) values.

Variable	Category	A: BMI 18.5–24.9	B: BMI 25.0–29.9	C: BMI ≥ 30	All	χ ²	Global <i>p</i>	A: <i>p</i>	B: <i>p</i>	C: <i>p</i>	<i>p</i> corr	A: OR	B: OR	C: OR
Sex	Female	17 (0.42)	14 (0.35)	9 (0.22)	40	0.75	0.687	0.405	0.480	0.892	No	1.38	0.76	0.94
	Male	31 (0.35)	37 (0.42)	21 (0.24)	89							0.72	1.32	1.06
	All	48 (0.37)	51 (0.4)	30 (0.23)	129									
Cardiac arrest mechanism	Asystole/PEA	30 (0.42)	26 (0.37)	15 (0.21)	71	1.73	0.422	0.190	0.454	0.527	No	1.63	0.76	0.77
	VF/pVT	18 (0.31)	25 (0.43)	15 (0.26)	58							0.62	1.31	1.30
	All	48 (0.37)	51 (0.4)	30 (0.23)	129									
Cardiac arrest location	OHCA	23 (0.35)	26 (0.4)	16 (0.25)	65	0.23	0.892	0.666	0.913	0.713	No	0.85	0.96	1.48
	IHCA	25 (0.39)	25 (0.39)	14 (0.22)	64							1.17	1.04	0.68
	All	48 (0.37)	51 (0.4)	30 (0.23)	129									
ACS	No ACS	39 (0.38)	41 (0.39)	24 (0.23)	104	0.02	0.989	0.889	0.958	0.922	No	0.85	1.04	1.17
	ACS	9 (0.36)	10 (0.4)	6 (0.24)	25							1.17	0.96	0.86
	All	48 (0.37)	51 (0.4)	30 (0.23)	129									
CS	No cerebral stroke	46 (0.39)	48 (0.41)	23 (0.2)	117	9.21	0.010	0.122	0.280	0.003	No	3.24	2.09	0.17
	Cerebral stroke	2 (0.17)	3 (0.25)	7 (0.58)	12	9.21						0.31	0.48	5.72
	All	48 (0.37)	51 (0.4)	30 (0.23)	129									
CKD	No CKD	45 (0.38)	49 (0.42)	24 (0.2)	118	6.77	0.034	0.476	0.195	0.031	Yes	1.64	3.20	0.21
	CKD	3 (0.27)	2 (0.18)	6 (0.55)	11	6.77						0.61	0.31	4.70
	All	48 (0.37)	51 (0.4)	30 (0.23)	129									
HF	No heart failure	45 (0.4)	45 (0.4)	23 (0.2)	113	4.99	0.083	0.103	0.859	0.038	Yes	2.87	1.10	0.33
	Heart failure	3 (0.19)	6 (0.38)	7 (0.44)	16	4.99						0.35	0.91	3.04
	All	48 (0.37)	51 (0.4)	30 (0.23)	129									
DM	No diabetes	43 (0.43)	43 (0.43)	14 (0.14)	100	21.75	<0.001	0.017	0.135	<0.001	Yes	3.62	1.98	0.13
	Diabetes	5 (0.17)	8 (0.28)	16 (0.55)	29	21.75						0.28	0.50	7.56
	All	48 (0.37)	51 (0.4)	30 (0.23)	129									
HT	No hypertension	37 (0.46)	29 (0.36)	14 (0.18)	80	8.20	0.017	0.020	0.330	0.072	Yes	2.97	0.70	0.44
	Hypertension	11 (0.22)	22 (0.45)	16 (0.33)	49	8.20						0.34	1.43	2.29
	All	48 (0.37)	51 (0.4)	30 (0.23)	129									

The counts of individual strata are shown as observed count (% from table rows). Columns and rows labeled "All" refer to sums of counts from particular columns and labels of the contingency tables. *p*-values associated with 2 × 3 contingency tables created after stratification by BMI are shown in the "global *p*" column. Other *p*-values refer to 2 × 2 contingency tables created from the 2 × 3 tables (e.g., "A: *p*" refers to the A vs. (B + C) comparison). Information on whether FDR correction was used is given in the "*p* corr" column. Abbreviations: OR, odds ratio; ACS, acute coronary syndrome; HF, heart failure; DM, diabetes mellitus; CKD, chronic kidney disease; CS, cerebral stroke; HT, hypertension; OHCA, out-of-hospital cardiac arrest; IHCA, in-hospital cardiac arrest; PEA, pulseless electrical activity; VF, ventricular fibrillation (VF); pVT, pulseless ventricular tachycardia.

3.2. Survival Analysis

3.2.1. Differences in Selected Parameters and Comorbidity in the Context of Survival

No significant differences in BMI values were observed between non-survivors and survivors ($p \approx 0.632$). However, these strata showed different serum albumin concentrations ($p \approx 0.017$) (Table 4). Death occurred more frequently among patients with lower albumin concentration (Figure 1). Likewise, serum concentrations of TC ($p \approx 0.015$) and PCT ($p \approx 0.006$) varied significantly between non-survivors and survivors. Patients with higher TC concentration survived more frequently. Interestingly, the median value non-survivor-to-survivor ratio of PCT concentration was 4:1. The descriptive statistics of all analyzed parameters are shown in Table 4 and Figure 1.

Table 4. Differences between non-survivors and survivors (continuous variables).

Variable	<i>n</i>	Non-Survivors (1st Q, Me, 3rd Q)	<i>n</i>	Survivors (1st Q, Me, 3rd Q)	<i>p</i>
Age (years)	91	58.50, 67.00, 76.00	69	54.00, 66.00, 73.00	0.259
Albumin (g/dL)	73	2.50, 2.80, 3.30	63	2.75, 3.20, 3.70	0.017
BMI (kg/m ²)	72	23.15, 26.99, 30.00	57	23.44, 26.23, 30.00	0.632
HDL (mg/dL)	20	22.00, 31.50, 46.00	42	26.50, 35.00, 44.75	0.465
K (mmol/L)	89	3.79, 4.60, 5.20	69	3.78, 4.20, 4.85	0.319
LDL (mg/dL)	20	57.00, 71.00, 112.25	42	70.75, 87.00, 107.50	0.281
Lymphocytes (%)	30	4.32, 8.45, 16.32	43	6.20, 12.00, 16.50	0.326
NRS 2002	92	3.00, 3.00, 4.00	69	3.00, 3.00, 4.00	0.945
Na (mmol/L)	89	135.00, 139.00, 143.00	69	135.00, 138.00, 140.00	0.308
PCT (ng/mL)	88	0.19, 1.04, 4.47	69	0.10, 0.26, 1.52	0.006
TC (mg/dL)	47	97.00, 125.00, 160.50	58	126.75, 153.50, 172.75	0.015
TG (mg/dL)	41	81.00, 134.00, 215.00	58	101.25, 137.50, 193.75	0.430
TSH (uIU/mL)	45	1.14, 2.12, 3.35	54	0.98, 1.62, 3.06	0.391
hsCRP (mg/L)	88	3.48, 18.91, 99.22	69	2.68, 11.09, 51.12	0.161

Abbreviations: *n*, number of participants; Q, quartile; Me, median value; *p*, level of significance; BMI, body mass index; HDL, high-density lipoprotein; K, potassium; LDL, low-density lipoprotein; NRS 2002, Nutritional Risk Score; Na, sodium; PCT, procalcitonin; TC, total cholesterol; TG, triglycerides; TSH, thyroid-stimulating hormone; hsCRP, high-sensitivity C-reactive protein.

The only statistically significant difference regarding the comorbidities was associated with the cardiac arrest mechanism ($p \approx 0.002$). The odds ratio of death for patients with asystole/PEA to patients with VF/pVT was 2.71 (Table 5, Figure 2).

Table 5. Differences between non-survivors and survivors (categorical variables).

Variable	Category	Survivors	Non-Survivors	All	χ^2	<i>p</i>	OR
Sex	Female	21 (0.4)	32 (0.6)	53	0.34	0.561	1.22
	Male	48 (0.44)	60 (0.56)	108			
	All	69 (0.43)	92 (0.57)	161			
Obesity	Non-obese	53 (0.43)	71 (0.57)	124	0.00	0.957	1.02
	Obese	16 (0.43)	21 (0.57)	37			
	All	69 (0.43)	92 (0.57)	161			
Cardiac arrest mechanism	Asystole/PEA	29 (0.32)	61 (0.68)	90	9.43	0.002	2.71
	VF/pVT	40 (0.56)	31 (0.44)	71			
	All	69 (0.43)	92 (0.57)	161			
Cardiac arrest location	OHCA	34 (0.45)	41 (0.55)	75	0.35	0.553	0.83
	IHCA	35 (0.41)	51 (0.59)	86			
	All	69 (0.43)	92 (0.57)	161			
ACS	No ACS	57 (0.43)	77 (0.57)	134	0.03	0.855	1.08
	ACS	12 (0.44)	15 (0.56)	27			
	All	69 (0.43)	92 (0.57)	161			

Table 5. Cont.

Variable	Category	Survivors	Non-Survivors	All	χ^2	<i>p</i>	OR
CS	No cerebral stroke	64 (0.44)	83 (0.56)	147	0.32	0.572	0.72
	Cerebral stroke	5 (0.36)	9 (0.64)	14			
	All	69 (0.43)	92 (0.57)	161			
CKD	No CKD	61 (0.42)	84 (0.58)	145	0.37	0.543	1.38
	CKD	8 (0.5)	8 (0.5)	16			
	All	69 (0.43)	92 (0.57)	161			
HF	No heart failure	63 (0.45)	77 (0.55)	140	2.01	0.156	0.49
	Heart failure	6 (0.29)	15 (0.71)	21			
	All	69 (0.43)	92 (0.57)	161			
DM	No diabetes	50 (0.41)	72 (0.59)	122	0.72	0.396	1.37
	Diabetes	19 (0.49)	20 (0.51)	39			
	All	69 (0.43)	92 (0.57)	161			
HT	No hypertension	41 (0.4)	61 (0.6)	102	0.80	0.370	1.34
	Hypertension	28 (0.47)	31 (0.53)	59			
	All	69 (0.43)	92 (0.57)	161			

The counts of individual strata are shown as observed count (% from table rows). Columns and rows labeled “All” refer to sums of counts from particular columns and labels of the contingency tables. Abbreviations: OR, odds ratio; ACS, acute coronary syndrome; HF, heart failure; DM, diabetes mellitus; CKD, chronic kidney disease; CS, cerebral stroke; HT, hypertension; OHCA, out-of-hospital cardiac arrest; IHCA, in-hospital cardiac arrest; PEA, pulseless electrical activity; VF, ventricular fibrillation (VF); pVT, pulseless ventricular tachycardia.

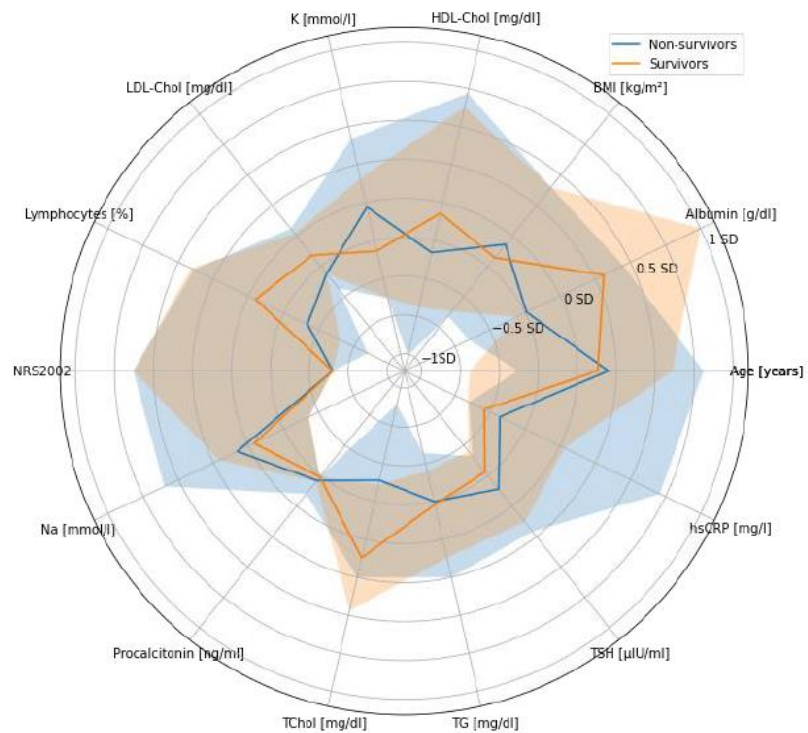


Figure 1. Radar plot of standardized values of selected quantitative parameters in the context of survival. Median values and 1st-to-3rd quartile range are marked with lines and colored areas, respectively. Abbreviations: BMI, body mass index; HDL, high-density lipoprotein; K, potassium; LDL, low-density lipoprotein; NRS 2002, Nutritional Risk score; Na, sodium; PCT, procalcitonin; TC, total cholesterol; TG, triglycerides; TSH, thyroid-stimulating hormone; hsCRP, high-sensitivity C-reactive protein.

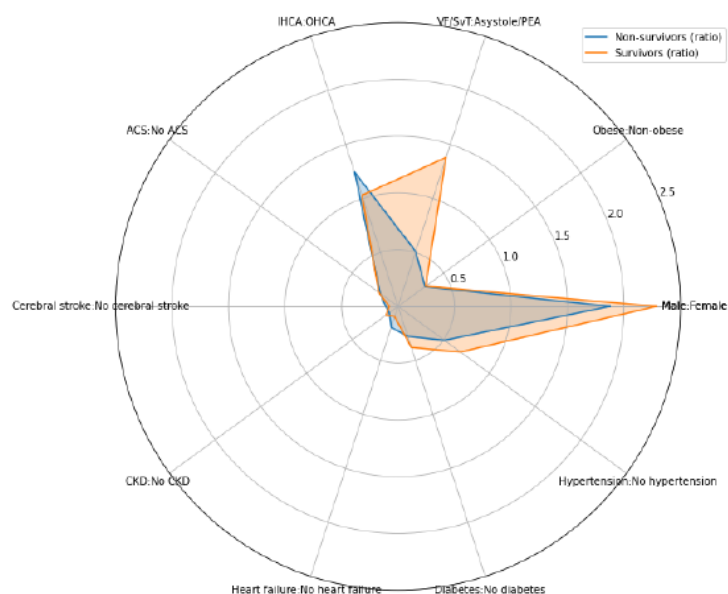


Figure 2. Radar plot of comorbidity incidence and sex. Lines and colored areas mark the count ratios. ACS, acute coronary syndrome; HF, heart failure; DM, diabetes mellitus; CKD, chronic kidney disease; CS, cerebral stroke; HT, hypertension; OHCA, out-of-hospital cardiac arrest; IHCA, in-hospital cardiac arrest; PEA, pulseless electrical activity; VF, ventricular fibrillation (VF); pVT, pulseless ventricular tachycardia.

3.2.2. Modeling Mortality Incidence with Logistic Regression

The univariate data analysis showed 2.72-fold higher odds ($p \approx 0.0021$) of death among patients with the asystole/PEA cardiac arrest mechanism compared to patients with the VF/pVT mechanism. Interestingly, the odds of death decreased 1.63-fold ($p \approx 0.048$) for each g/dL increase in serum albumin concentration. The univariate odds ratios for the analyzed variables are shown in Figure 3 and Table S1 (Supplementary Materials).

Multivariate analysis provided more information on the dependence of death on selected factors (Table 6). The custom multivariate models featured parameters associated with nutritional status, either exclusively (Table 6: Model 1) or including sex and age (Table 6: Model 2). In both models, BMI and NRS 2002 scores were insignificant in the context of survival status (p : 0.700, 0.430 and p : 0.576, 0.599 for Models 1 and 2, respectively). The first model (Table 6: Model 1) had severely suboptimal prediction accuracy, correctly predicting approximately 41.3% of survival statuses in the test dataset. Moreover, the addition of sex and age information to this model (Table 6: Model 2) impaired the prediction accuracy (approximately 37.9% accuracy).

The model selected through iteration (Table 6: Model 3) utilized three effects: cardiac arrest mechanism ($p \approx 0.038$), hsCRP ($p \approx 0.038$), and incidence of heart failure ($p \approx 0.069$). Patients with the VF/pVT cardiac arrest type had 1.68-fold lower odds of death than patients with the asystole/PEA cardiac arrest type. Moreover, with higher hsCRP serum concentration, the odds of death increased by 0.9% for every unit (1 g/dL). The model had moderate prediction accuracy, correctly predicting survival status in approximately 66% of patients. The iterative selection of main effects used in this model is shown in the Supplementary Materials (Table S2).

Table 6. Association between selected parameters and odds of death (multivariate logistic regression—all analyzed models).

MODEL 1 (Custom)													
Hosmer–Lemeshow <i>p</i>		β = 0 hypothesis <i>p</i>		AIC		BIC		Pseudo-R ²		AUC (learning)		AUC (testing)	
0.8471		0.6647		182.26		190.83		0.0085		0.538 ± 0.0511		0.413 ± 0.0507	
Effect/interaction	Analyzed cat.	β _i	β _i SE	Wald χ ²	χ ² −95% CI	χ ² 95% CI	OR	OR −95% CI	OR	OR 95% CI	AUC (learning)	AUC (testing)	
β ₀ intercept	-	0.538	0.805	0.446	-1.039	2.115	1.712	0.354	1.712	8.288	0.538 ± 0.0511	0.413 ± 0.0507	
NRS 2002	-	-0.086	0.222	0.149	-0.522	0.350	0.918	0.594	0.918	1.419	0.538 ± 0.0511	0.413 ± 0.0507	
BMI (kg/m ²)	-	0.022	0.028	0.623	-0.033	0.078	1.023	0.968	1.023	1.081	0.538 ± 0.0511	0.413 ± 0.0507	
MODEL 2 (custom)													
Hosmer–Lemeshow <i>p</i>		β = 0 hypothesis <i>p</i>		AIC		BIC		Pseudo-R ²		AUC (learning)		AUC (testing)	
0.3060		0.6818		184.79		199.09		0.0236		0.579 ± 0.0509		0.379 ± 0.0493	
Effect/interaction	Analyzed cat.	β _i	β _i SE	Wald χ ²	χ ² −95% CI	χ ² 95% CI	OR	OR −95% CI	OR	OR 95% CI	AUC (learning)	AUC (testing)	
β ₀ intercept	-	-0.323	1.079	0.090	-2.437	1.791	0.764	0.087	0.724	5.995	0.579 ± 0.0509	0.379 ± 0.0493	
Sex	Male	0.117	0.199	0.347	-0.273	0.508	0.556	0.761	1.125	1.662	0.579 ± 0.0509	0.379 ± 0.0493	
Age (years)	-	0.015	0.013	1.297	-0.011	0.041	1.015	0.989	1.015	1.042	0.579 ± 0.0509	0.379 ± 0.0493	
NRS 2002	-	-0.131	0.235	0.312	-0.593	0.330	0.877	0.553	0.877	1.390	0.579 ± 0.0509	0.379 ± 0.0493	
BMI (kg/m ²)	-	0.015	0.029	0.276	-0.041	0.071	1.015	0.960	1.015	1.074	0.579 ± 0.0509	0.379 ± 0.0493	
MODEL 3 (stepwise elimination, <i>p</i> cutoff = 0.10)													
Hosmer–Lemeshow <i>p</i>		β = 0 hypothesis <i>p</i>		AIC		BIC		Pseudo-R ²		AUC (learning)		AUC (testing)	
0.209		0.000902		162.64		176.82		0.2042		0.705 ± 0.0492		0.660 ± 0.0520	
Effect/interaction	Analyzed cat.	β _i	β _i SE	Wald χ ²	χ ² −95% CI	χ ² 95% CI	OR	OR −95% CI	OR	OR 95% CI	AUC (learning)	AUC (testing)	
β ₀ intercept	-	0.594	0.327	3.303	-0.047	1.235	0.069	0.954	1.812	3.439	0.705 ± 0.0492	0.660 ± 0.0520	
Cardiac arrest mechanism	VF/pVT	-0.521	0.212	6.026	-0.937	-0.105	0.014	0.392	0.594	0.900	0.705 ± 0.0492	0.660 ± 0.0520	
Heart failure	Yes	0.596	0.328	3.298	-0.047	1.240	0.069	0.954	1.815	3.455	0.705 ± 0.0492	0.660 ± 0.0520	
hsCRP (mg/L)	-	0.009	0.004	5.495	0.001	0.016	0.019	1.001	1.009	1.016	0.705 ± 0.0492	0.660 ± 0.0520	

The “Analyzed cat.” column refers to categories that are compared to reference categories in terms of odds of death. Abbreviations: AIC, Akaike information criterion; BIC, Bayesian information criterion; β_i, regression coefficient; SE, standard error; OR, odds ratio; CI, confidence interval. The “AUC (learning)” and “AUC (testing)” columns show AUC values from tenfold cross-validation; NRS 2002, Nutritional Risk Score; hsCRP, high-sensitivity C-reactive protein; BMI, body mass index.

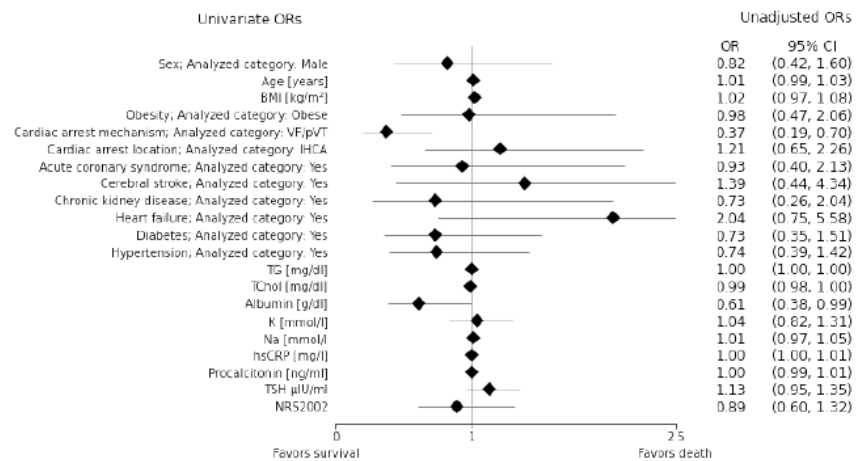


Figure 3. Forest plot of univariate odds ratios (ORs).

Based on pseudo-R² values, the model that uses the information on hsCRP, cardiac arrest mechanism, and incidence of heart failure (Table 6: Model 3) indisputably had the best ability to predict death in the dataset (R² \approx 0.2042 in Model 3 vs. R² = 0.0085 and 0.0236 in Models 1 and 2, respectively).

3.2.3. Survival Analysis with Cox Proportional Hazards Regression

Univariate analysis (Supplementary Materials: Table S3) revealed significant associations between the hazard ratio (HR) and serum concentrations of TG ($p \approx 0.017$) or hsCRP ($p \approx 0.018$). An increase in these parameters by 1 mg/dL (TG) or 1 mg/l (hsCRP) was associated with an increase in HR by 0.23% or 0.34%, respectively.

According to the multivariate model shown in Table 7, a one-unit increase in BMI or hsCRP (in mg/L) was associated with an increase in HR by 6.37% ($p \approx 0.048$) or 0.60% ($p \approx 0.002$), respectively. Moreover, the incidence of diabetes decreased the values of the hazard function 3.44-fold. Exemplary survival curves are shown in Figure 4.

Table 7. Multivariate survival analysis (Cox proportional hazards regression).

Variable	Analyzed Cat.	β_1	β_1 SE	HR	HR -95% CI	HR 95% CI	<i>p</i>
Age (years)	-	0.010	0.012	1.0099	0.9873	1.0331	0.394
NRS 2002	-	-0.200	0.211	0.8189	0.5417	1.2379	0.343
BMI (kg/m ²)	-	0.062	0.031	1.0637	1.0005	1.1308	0.048
Albumin (g/dL)	-	-0.185	0.195	0.8313	0.5672	1.2183	0.343
K (mmol/L)	-	0.152	0.097	1.1646	0.9629	1.4086	0.116
Na (mmol/L)	-	0.027	0.017	1.0276	0.9929	1.0634	0.120
hsCRP (mg/L)	-	0.006	0.002	1.0060	1.0023	1.0098	0.002
Sex	Female	-0.139	0.154	0.7580	0.4146	1.3859	0.368
Obesity	Non-obese	0.382	0.259	2.1480	0.7772	5.9367	0.140
Cardiac arrest mechanism	Asystole/PEA	0.154	0.168	1.3598	0.7041	2.6264	0.360
Cardiac arrest location	OHCA	-0.005	0.176	0.9909	0.4976	1.9735	0.979
ACS	No ACS	0.131	0.186	1.2997	0.6258	2.6992	0.482
CS	No CS	-0.004	0.262	0.9915	0.3555	2.7648	0.987
CKD	No CKD	0.202	0.259	1.4985	0.5430	4.1349	0.435
HF	No HF	-0.311	0.202	0.5365	0.2435	1.1821	0.122
DM	No DM	0.618	0.249	3.4394	1.2969	9.1214	0.013
HT	No HT	-0.303	0.209	0.5456	0.2403	1.2389	0.148

The “Analyzed cat.” column features the categories compared to their respective reference categories in terms of the hazard function values. Abbreviations: β_1 , regression coefficient; SE, standard error; HR, hazard ratio; CI, confidence interval; ACS, acute coronary syndrome; HF, heart failure; DM, diabetes mellitus; CKD, chronic kidney disease; CS, cerebral stroke; BMI, body mass index; K, potassium; Na, sodium; hsCRP, high-sensitivity C-reactive protein; OHCA, out-of-hospital cardiac arrest; PEA, pulseless electrical activity.

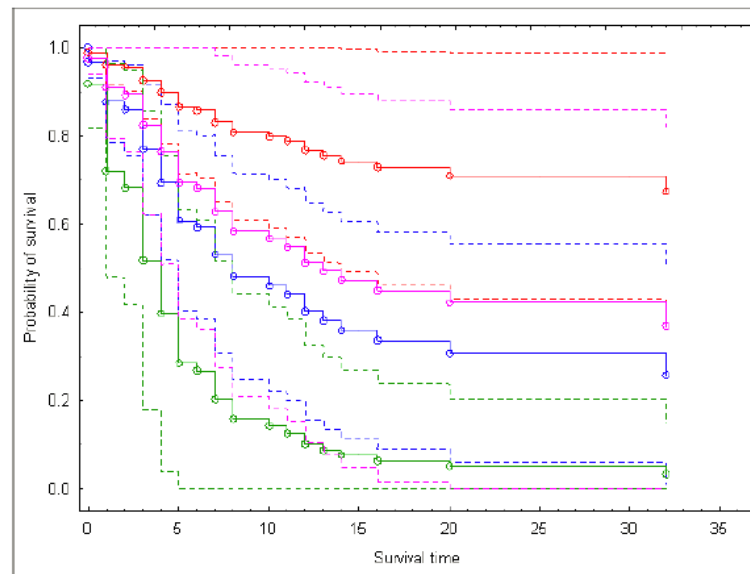


Figure 4. Survival curves for people with a serum hsCRP concentration of 49.02 mg/L (mean value among the sample) and different BMI values and incidence of diabetes. The colors blue, red, green, and pink indicate the following patient parameters, respectively: BMI = 20 and no diabetes, BMI = 20 and diabetes, BMI = 35 and no diabetes, and BMI = 35 and diabetes. Values of other features used by the model (Table 7) were set as equal for all of the four curves in order to visualize the differences in survival curves associated with variable BMI and diabetes comorbidity status. Probability of survival was determined with use of the Breslow estimator.

4. Discussion

In this study, both BMI and NRS 2002 results had no clear impact on the survival of patients admitted to the ICU after in-hospital and out-of-hospital cardiac arrest. The evidence regarding the relationship between BMI score and mortality is conflicting. Some authors show no significant association with BMI, while others report an increase or decrease in patient mortality [24]. In this study, there was no significant difference in BMI values between survivors and non-survivors. Likewise, BMI could not, on its own, be utilized as factor used in estimation of the odds of death during ICU stay. However, the risk in hospital mortality increased by 6.37% for each unit increase in BMI over time. The issue of the impact of obesity on the length of hospital stay and in-hospital mortality within the ICU is controversial [25]. Matinrazmt et al. found that obesity was associated with lower mortality risk in a similar group of patients (HR: 0.86 increase per 1 BMI category) [26]. The “obesity paradox” is a well-known phenomenon among patients with heart failure or acute coronary syndrome (among others), although the mechanisms of this paradox remain speculative [11,19]. In addition, Pepper et al., in their meta-analysis, pointed out that patients admitted to the ICU with sepsis with coexistent overweight or obesity (identified with BMI values) expressed reduced adjusted mortality [27].

Authors often rely on the BMI score, although the indicator itself is flawed. One of the main cardiometabolic risk factors is visceral adipose tissue, which promotes the production of pro-inflammatory cytokines and adipokines with cardiodepressive and atherosclerotic properties [28]. The distribution of body fat has different effects on the cardiovascular system. Determining its location and amount—for instance, by bioelectrical impedance analysis or DEXA (dual-energy X-ray absorptiometry)—can facilitate identification of people with a similar BMI but different CVD risk [29–31]. Chavda et al. did not link obesity with improved in-hospital survival outcome in patients who were admitted to the ICU after CA [32]. Other researchers have proven that subpar in-hospital mortality and

neurological outcomes were the concomitant occurrences among obese CA patients [33]. Obesity is characterized by higher fat mass, which leads to chronic inflammation and a prothrombotic state [34]. Hypoxemia and the decreased functional residual capacity in patients with obesity make them vulnerable to more severe illness, e.g., COVID-19 [35]. Moreover, obesity has been widely recognized as a factor associated with a decrease in the immune response capacity [36]. It is worth mentioning that cardiopulmonary resuscitation of obese patients is more difficult due to issues with performing chest compressions or ventilation [37]. A meta-analysis by Heekyung et al. found that obesity was associated with higher in-hospital mortality. However, underweight was associated with higher in-hospital mortality as well as worse neurological outcomes [38]. The relationship between BMI score and mortality remains unclear, requiring further research.

The results reported in this study did not confirm that a higher risk of malnutrition is associated with mortality in patients who have suffered from CA. However, other researchers have shown that malnutrition was associated not only with a higher in-hospital mortality in the ICU, but also with prolonged hospitalization due to dependence on mechanical ventilation and, consequently, increased medical costs [39–42]. Critically ill patients, likewise, showed an association between malnutrition and higher mortality [43]. In this study, the status of malnutrition risk was measured using the NRS 2002. This tool is based on BMI, weight loss, severity of the disease, and decreased food intake [23]. A patient admitted to the ICU receives 3 points, which means they are already at risk of malnutrition [23,44]. The use of NRS 2002 in this group of patients requires further research. In our study, hsCRP concentration was positively associated with the odds of death. Coexistent with the chronic state of meta-inflammation, obesity is found among the main factors associated with high CRP [45]. However, our patients were admitted to the ICU for CA. In a study by Dell'anna et al., patients with in-hospital CA and non-shockable rhythms had higher levels of hsCRP compared to patients who suffered from out-of-hospital CA. This could have been due to a hospital stay, which might have increased the risk of infection [46]. CRP is not only commonly used in critically ill patients in order to diagnose new infections or to check the effectiveness of antibiotic therapy. Patients who receive ROSC usually develop ischemia-reperfusion syndrome, which often exacerbates cardiac and brain damage, leading to systemic inflammation—this, together with anoxic brain injury and myocardial dysfunction, is a major component of post-cardiac arrest syndrome (PCAS) [47,48]. Lemiale et al. reported that high numbers of patients who died rapidly after ICU admission severely suffered from PCAS [49]. Though unrelated to nutritional status, a non-defibrillation rhythm was found to be a factor that increased the mortality risk. This is in line with other studies, which confirmed that the chances of survival after CA with a PEA/asystole post rhythm were markedly slim [50–52].

Study Limitations

The study was prone to several limitations. Firstly, the small number of patients in the population sample limited the possibilities to analyze the data with more elaborate methods. However, this was a very specific group of patients who developed ROSC and could be treated in the ICU. Secondly, in some cases the NRS 2002 and BMI scores were not reported in the medical records. Regarding the low proportion (7.5%) of individuals with an NRS ≥ 5 , this could have had an influence on the results. Due to the serious nature of the situation (critically ill patients after CA), complete data concerning drug administration and other information covered by the medical history could prove to be unobtainable. Moreover, either the BIA analysis or waist-to-hip ratio (WHR) and waist circumference measurements were not conducted. It could be assumed that BMI scores might not be a reliable indicator for assessing overweight and obesity. This study was a retrospective analysis. Therefore, obtaining certain data was unfeasible, partially due to the anonymization of patient data, which affected the investigation into long-term survival.

5. Conclusions

BMI and NRS 2002 results were not factors which, on their own (unconditionally), altered the odds of mortality in patients admitted to the intensive care unit (ICU) after in-hospital or out-of-hospital cardiac arrest. The risk of in-hospital mortality (expressed as hazard ratio – the risk over the study time period) increased with an increase in BMI but not with NRS 2002. Undoubtedly, the impact of BMI and NRS 2002 results in patients hospitalized in the ICU due to in-hospital and out-of-hospital cardiac arrest requires further investigation.

Supplementary Materials: The following supporting information can be downloaded at: <https://www.mdpi.com/article/10.3390/nu15020436/s1>, Table S1: Univariate logistic regression analyzing the odds of death among patients; Table S2: Process of iterative creation of the multivariate logistic regression model (Table 6: model 3); Table S3: Univariate Cox proportional hazard regression.

Author Contributions: Conceptualization, P.F. and M.C.; methodology, P.F. and M.C.; software, P.F.; validation, P.F.; formal analysis, P.F., L.L. and M.C.; investigation, P.F. and B.U.; resources, P.F. and R.J.-V.; data curation, P.F., S.Z., M.Z., L.L. and B.U.; writing—original draft preparation, P.F. and M.C.; writing—review and editing, P.F., R.J.-V. and M.C.; visualization, P.F. and L.L.; supervision, M.C.; project administration, R.J.-V. and M.Z.; funding acquisition, M.Z. and S.Z. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of Poland under the statutory grant of the Wrocław Medical University (SUBZ.E250.22.095).

Institutional Review Board Statement: The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and approved by the Ethics Committee of Wrocław Medical University (No. 776/2022).

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: Not applicable.

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

References

1. Porzer, M.; Mrazkova, E.; Homza, M.; Janout, V. Out-of-hospital cardiac arrest. *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Czechoslov.* **2017**, *161*, 348–353. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
2. Holmström, E.; Efendijev, I.; Raj, R.; Pekkarinen, P.T.; Litonius, E.; Skrifvars, M.B. Intensive care-treated cardiac arrest: A retrospective study on the impact of extended age on mortality, neurological outcome, received treatments and healthcare-associated costs. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* **2021**, *29*, 103. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
3. Overweight and Obesity—BMI Statistics. Available online: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Overweight_and_obesity_-_BMI_statistics (accessed on 4 December 2022).
4. Twig, G.; Yaniv, G.; Levine, H.; Leiba, A.; Goldberger, N.; Derazne, E.; Ben-Ami Shor, D.; Tzur, D.; Afek, A.; Shamiss, A.; et al. Body-Mass Index in 2.3 Million Adolescents and Cardiovascular Death in Adulthood. *N. Engl. J. Med.* **2016**, *374*, 2430–2440. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Smith, K.B.; Smith, M.S. Obesity Statistics. *Prim. Care* **2016**, *43*, 121–135. [[CrossRef](#)]
6. Zampieri, F.G.; Colombari, F. The impact of performance status and comorbidities on the short-term prognosis of very elderly patients admitted to the ICU. *BMC Anesthesiol.* **2014**, *14*, 59. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
7. Pedersen, M.H.; Bøgelund, M.; Dirksen, C.; Johansen, P.; Jørgensen, N.B.; Madsbad, S.; Pantin, U.H. The prevalence of comorbidities in Danish patients with obesity—A Danish register-based study based on data from 2002 to 2018. *Clin. Obes.* **2022**, *12*, e12542. [[CrossRef](#)]
8. Das, S.; Debnath, M.; Das, S.; Sarkar, S.; Rumana, A.S. Association of overweight and obesity with hypertension, diabetes and comorbidity among adults in Bangladesh: Evidence from nationwide Demographic and Health Survey 2017–2018 data. *BMJ Open* **2022**, *12*, e052822. [[CrossRef](#)]
9. Durrer Schutz, D.; Busetto, L.; Dicker, D.; Farpour-Lambert, N.; Pryke, R.; Toplak, H.; Widmer, D.; Yumuk, V.; Schutz, Y. European Practical and Patient-Centred Guidelines for Adult Obesity Management in Primary Care. *Obes. Facts* **2019**, *12*, 40–66. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
10. Sjögren, L.; Stenberg, E.; Thuccani, M.; Martikainen, J.; Rylander, C.; Wallenius, V.; Olbers, T.; Kindblom, J.M. Impact of obesity on intensive care outcomes in patients with COVID-19 in Sweden—A cohort study. *PLoS ONE* **2021**, *16*, e0257891. [[CrossRef](#)]
11. Czapla, M.; Juárez-Vela, R.; Gea-Caballero, V.; Zieliński, S.; Zielińska, M. The Association between Nutritional Status and In-Hospital Mortality of COVID-19 in Critically-Ill Patients in the ICU. *Nutrients* **2021**, *13*, 3302. [[CrossRef](#)]

12. Bedock, D.; Couffignal, J.; Bel Lassen, P.; Soares, L.; Mathian, A.; Fadlallah, J.P.; Amoura, Z.; Oppert, J.-M.; Faucher, P. Evolution of Nutritional Status after Early Nutritional Management in COVID-19 Hospitalized Patients. *Nutrients* **2021**, *13*, 2276. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Hibbert, K.; Rice, M.; Malhotra, A. Obesity and ARDS. *Chest* **2012**, *142*, 785–790. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Soar, J.; Böttiger, B.W.; Carli, P.; Couper, K.; Deakin, C.D.; Djäv, T.; Lott, C.; Olasveengen, T.; Paal, P.; Pellis, T.; et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. *Resuscitation* **2021**, *161*, 115–151. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Secombe, P.; Sutherland, R.; Johnson, R. Body mass index and thoracic subcutaneous adipose tissue depth: Possible implications for adequacy of chest compressions. *BMC Res. Notes* **2017**, *10*, 575. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
16. McFarlane, J. Defibrillation of obese patients. *Crit. Care Nurse* **2012**, *32*, 73–74. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
17. Chalkias, A.; Xanthos, T. The obesity paradox in cardiac arrest patients. *Int. J. Cardiol.* **2014**, *171*, 101–102. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
18. Ogunnaik, B.O.; Whitten, C.W.; Minhajuddin, A.; Melikman, E.; Joshi, G.P.; Moon, T.S.; Schneider, P.M.; Bradley, S.M. Body mass index and outcomes of in-hospital ventricular tachycardia and ventricular fibrillation arrest. *Resuscitation* **2016**, *105*, 156–160. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
19. Kahuźna-Oleksy, M.; Krysztofiak, H.; Migaj, J.; Wleklík, M.; Dudek, M.; Uchmanowicz, I.; Lesiak, M.; Straburzyńska-Migaj, E. Relationship between Nutritional Status and Clinical and Biochemical Parameters in Hospitalized Patients with Heart Failure with Reduced Ejection Fraction, with 1-year Follow-Up. *Nutrients* **2020**, *12*, 2330. [[CrossRef](#)]
20. Lim, S.L.; Ong, K.C.B.; Chan, Y.H.; Loke, W.C.; Ferguson, M.; Daniels, L. Malnutrition and its impact on cost of hospitalization, length of stay, readmission and 3-year mortality. *Clin. Nutr. Edinb. Scotl.* **2012**, *31*, 345–350. [[CrossRef](#)]
21. Lew, C.C.H.; Yandell, R.; Fraser, R.J.L.; Chua, A.P.; Chong, M.F.F.; Miller, M. Association Between Malnutrition and Clinical Outcomes in the Intensive Care Unit: A Systematic Review [Formula: See text]. *J. Parenter. Enteral Nutr.* **2017**, *41*, 744–758. [[CrossRef](#)]
22. Cederholm, T.; Jensen, G.L.; Correia, M.I.T.D.; Gonzalez, M.C.; Fukushima, R.; Higashiguchi, T.; Baptista, G.; Barazzoni, R.; Blaauw, R.; Coats, A.; et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition—A consensus report from the global clinical nutrition community. *Clin. Nutr. Edinb. Scotl.* **2019**, *38*, 1–9. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
23. Singer, P.; Blaser, A.R.; Berger, M.M.; Alhazzani, W.; Calder, P.C.; Casaer, M.P.; Hiesmayr, M.; Mayer, K.; Montejo, J.C.; Pichard, C.; et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin. Nutr.* **2019**, *38*, 48–79. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
24. Flegal, K.M.; Ioannidis, J.P.A.; Doehner, W. Flawed methods and inappropriate conclusions for health policy on overweight and obesity: The Global BMI Mortality Collaboration meta-analysis. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle* **2019**, *10*, 9–13. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
25. De Jong, A.; Verzilli, D.; Sebbane, M.; Monnin, M.; Belafia, F.; Cisse, M.; Conseil, M.; Carr, J.; Jung, B.; Chanques, G.; et al. Medical Versus Surgical ICU Obese Patient Outcome: A Propensity-Matched Analysis to Resolve Clinical Trial Controversies. *Crit. Care Med.* **2018**, *46*, e294–e301. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Matinrazm, S.; Ladejobi, A.; Pasupula, D.K.; Javed, A.; Durrani, A.; Ahmad, S.; Munir, M.B.; Adelstein, E.; Jain, S.K.; Saba, S. Effect of body mass index on survival after sudden cardiac arrest. *Clin. Cardiol.* **2018**, *41*, 46–50. [[CrossRef](#)]
27. Pepper, D.J.; Sun, J.; Welsh, J.; Cui, X.; Suffredini, A.F.; Eichacker, P.Q. Increased body mass index and adjusted mortality in ICU patients with sepsis or septic shock: A systematic review and meta-analysis. *Crit. Care* **2016**, *20*, 181. [[CrossRef](#)]
28. Carbone, S.; Canada, J.M.; Billingsley, H.E.; Siddiqui, M.S.; Elagizi, A.; Lavie, C.J. Obesity paradox in cardiovascular disease: Where do we stand? *Vasc. Health Risk Manag.* **2019**, *15*, 89–100. [[CrossRef](#)]
29. Després, J.-P. Body fat distribution and risk of cardiovascular disease: An update. *Circulation* **2012**, *126*, 1301–1313. [[CrossRef](#)]
30. Popiolek-Kalisz, J. The Impact of Dietary Flavonols on Central Obesity Parameters in Polish Adults. *Nutrients* **2022**, *14*, 5051. [[CrossRef](#)]
31. Kołcz, A.; Baran, M.; Walewicz, K.; Paprocka-Borowicz, M.; Rosińczuk, J. Analysis of Selected Body Composition Parameters and Ergonomic Safety among Professionally Active Nurses in Poland: A Preliminary Prospective Monocentric and Observational Study. *BioMed Res. Int.* **2020**, *2020*, e9212587. [[CrossRef](#)]
32. Chavda, M.P.; Pakavakis, A.; Ernest, D. Does Obesity Influence the Outcome of the Patients Following a Cardiac Arrest? *Indian J. Crit. Care Med. Peer-Rev. Off. Publ. Indian Soc. Crit. Care Med.* **2020**, *24*, 1077–1080. [[CrossRef](#)]
33. Sung, C.-W.; Huang, C.-H.; Chen, W.-J.; Chang, W.-T.; Wang, C.-H.; Wu, Y.-W.; Chen, W.-T.; Chang, J.-H.; Tsai, M.-S. Obese cardiogenic arrest survivors with significant coronary artery disease had worse in-hospital mortality and neurological outcomes. *Sci. Rep.* **2020**, *10*, 18638. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
34. Pasquarelli-do-Nascimento, G.; Braz-de-Melo, H.A.; Faria, S.S.; Santos, I.; de, O.; Kobinger, G.P.; Magalhães, K.G. Hypercoagulopathy and Adipose Tissue Exacerbated Inflammation May Explain Higher Mortality in COVID-19 Patients with Obesity. *Front. Endocrinol.* **2020**, *11*, 530. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
35. O'Rourke, R.W.; Lumeng, C.N. Pathways to Severe COVID-19 for People with Obesity. *Obesity* **2021**, *29*, 645–653. [[CrossRef](#)]
36. Rottoli, M.; Bernante, P.; Belvedere, A.; Balsamo, F.; Garelli, S.; Giannella, M.; Cascavilla, A.; Tedeschi, S.; Ianniruberto, S.; Rosselli Del Turco, E.; et al. How important is obesity as a risk factor for respiratory failure, intensive care admission and death in hospitalised COVID-19 patients? Results from a single Italian centre. *Eur. J. Endocrinol.* **2020**, *183*, 389–397. [[CrossRef](#)]
37. Jain, R.; Nallamothu, B.K.; Chan, P.S. American Heart Association National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation (NRCPR) investigators Body mass index and survival after in-hospital cardiac arrest. *Circ. Cardiovasc. Qual. Outcomes* **2010**, *3*, 490–497. [[CrossRef](#)]

38. Lee, H.; Shin, H.; Oh, J.; Lim, T.H.; Kang, B.-S.; Kang, H.; Choi, H.J.; Kim, C.; Park, J.H. Association between Body Mass Index and Outcomes in Patients with Return of Spontaneous Circulation after Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 8389. [\[CrossRef\]](#)
39. Lew, C.C.H.; Wong, G.J.Y.; Cheung, K.P.; Chua, A.P.; Chong, M.F.F.; Miller, M. Association between Malnutrition and 28-Day Mortality and Intensive Care Length-of-Stay in the Critically ill: A Prospective Cohort Study. *Nutrients* **2017**, *10*, 10. [\[CrossRef\]](#)
40. Lucas, M.C.S.; Fayh, A.P.T. Nutritional status, hyperglycemia, early nutrition, and mortality of patients hospitalized in an intensive care unit. *Rev. Bras. Ter. Intensiva* **2012**, *24*, 157–161. [\[CrossRef\]](#)
41. Mohialdeen Gubari, M.I.; Hosseinzadeh-Attar, M.J.; Hosseini, M.; Mohialdeen, F.A.; Othman, H.; Hama-ghareeb, K.A.; Norouzy, A. Nutritional Status in Intensive Care Unit: A Meta-Analysis and Systematic Review. *Galen Med. J.* **2020**, *9*, e1678. [\[CrossRef\]](#)
42. Caccialanza, R.; Cereda, E.; Klersy, C. Malnutrition, age and inhospital mortality. *Can. Med. Assoc. J.* **2011**, *183*, 826. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
43. Mogensen, K.M.; Robinson, M.K.; Casey, J.D.; Gunasekera, N.S.; Moromizato, T.; Rawn, J.D.; Christopher, K.B. Nutritional Status and Mortality in the Critically Ill. *Crit. Care Med.* **2015**, *43*, 2605–2615. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
44. Kondrup, J.; Allison, S.P.; Elia, M.; Vellas, B.; Plauth, M. Educational and Clinical Practice Committee, European Society of Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN) ESPEN guidelines for nutrition screening 2002. *Clin. Nutr. Edinb. Scotl.* **2003**, *22*, 415–421. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
45. Aronson, D.; Bartha, P.; Zinder, O.; Kerner, A.; Markiewicz, W.; Avizohar, O.; Brook, G.J.; Levy, Y. Obesity is the major determinant of elevated C-reactive protein in subjects with the metabolic syndrome. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. J. Int. Assoc. Study Obes.* **2004**, *28*, 674–679. [\[CrossRef\]](#)
46. Dell'anna, A.M.; Bini Viotti, J.; Beumier, M.; Orbegozo-Cortes, D.; Donadello, K.; Scolletta, S.; Vincent, J.-L.; Taccone, F.S. C-reactive protein levels after cardiac arrest in patients treated with therapeutic hypothermia. *Resuscitation* **2014**, *85*, 932–938. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
47. Scolletta, S.; Donadello, K.; Santonocito, C.; Franchi, F.; Taccone, F.S. Biomarkers as predictors of outcome after cardiac arrest. *Expert Rev. Clin. Pharmacol.* **2012**, *5*, 687–699. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
48. Langeland, H.; Damås, J.K.; Mollnes, T.E.; Ludviksen, J.K.; Ueland, T.; Michelsen, A.E.; Løberg, M.; Bergum, D.; Nordseth, T.; Skjærvold, N.K.; et al. The inflammatory response is related to circulatory failure after out-of-hospital cardiac arrest: A prospective cohort study. *Resuscitation* **2022**, *170*, 115–125. [\[CrossRef\]](#)
49. Lemiale, V.; Dumas, F.; Mongardon, N.; Giovanetti, O.; Charpentier, J.; Chiche, J.-D.; Carli, P.; Mira, J.-P.; Nolan, J.; Cariou, A. Intensive care unit mortality after cardiac arrest: The relative contribution of shock and brain injury in a large cohort. *Intensive Care Med.* **2013**, *39*, 1972–1980. [\[CrossRef\]](#)
50. Adielsson, A.; Djärv, T.; Rawshani, A.; Lundin, S.; Herlitz, J. Changes over time in 30-day survival and the incidence of shockable rhythms after in-hospital cardiac arrest—A population-based registry study of nearly 24,000 cases. *Resuscitation* **2020**, *157*, 135–140. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
51. Hessulf, F.; Karlsson, T.; Lundgren, P.; Aune, S.; Strömsöe, A.; Södersved Källestedt, M.-L.; Djärv, T.; Herlitz, J.; Engdahl, J. Factors of importance to 30-day survival after in-hospital cardiac arrest in Sweden—A population-based register study of more than 18,000 cases. *Int. J. Cardiol.* **2018**, *255*, 237–242. [\[CrossRef\]](#)
52. Nadkarni, V.M.; Larkin, G.L.; Peberdy, M.A.; Carey, S.M.; Kaye, W.; Mancini, M.E.; Nichol, G.; Lane-Truitt, T.; Potts, J.; Ornato, J.P.; et al. First documented rhythm and clinical outcome from in-hospital cardiac arrest among children and adults. *JAMA* **2006**, *295*, 50–57. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)


Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

Załącznik 2. Druga praca z cyklu.

Piotr Fehler, Lukasz Lewandowski, Izabella Uchmanowicz, Jacek Smereka, Michal Czaplą.
Does obesity influence the return of spontaneous circulation among out-of-hospital cardiac
arrest patients? A retrospective cohort study. Disaster and Emergency Medicine Journal
2023; Ahead of Print (Published online: 2023-12-06). doi: 10.5603/demj.97553.

MEiN = 40 pkt. / IF = 0,0

DOES OBESITY INFLUENCE THE RETURN OF SPONTANEOUS CIRCULATION AMONG OUT-OF-HOSPITAL CARDIAC ARREST PATIENTS? A RETROSPECTIVE COHORT STUDY

Piotr Fehler¹, Lukasz Lewandowski², Izabella Uchmanowicz³,
Jacek Smereka⁴, Michal Czapl⁴⁻⁶

¹Department of Anaesthesiology and Intensive Care, University Hospital, Wroclaw, Poland

²Department of Medical Biochemistry, Wroclaw Medical University, Wroclaw, Poland

³Department of Nursing and Obstetrics, Faculty of Health Sciences, Wroclaw Medical University, Wroclaw, Poland

⁴Department of Emergency Medical Service, Faculty of Health Sciences, Wroclaw Medical University, Wroclaw, Poland

⁵Institute of Heart Diseases, University Hospital, Wroclaw, Poland

⁶Group of Research in Care (GRUPAC), Faculty of Health Sciences, University of La Rioja, Logroño, Spain

ABSTRACT

INTRODUCTION: Several factors influence spontaneous circulation (ROSC) return in out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) patients, and obesity can be one of them. The aim of this study was to investigate the influence of obesity on ROSC in patients following OHCA.

MATERIAL AND METHODS: We conducted a retrospective study and analyzed 4,925,214 emergency medical system (EMS) records. Finally, data from 33,636 OHCA patients in Poland for whom EMS personnel responded between January 2021 and June 2022 were analyzed.

RESULTS: The univariate analysis showed an association between ROSC and age ($p < 0.001$, OR: 0.981), location of the incident ($p < 0.001$, OR: 1.6), OHCA initial rhythm ($p < 0.001$, OR: 2.056), obesity ($p \approx 0.003$, OR: 1.1.06) and some comorbidities. In the first multivariate model (whole population sample), significant predictors of ROSC were initial rhythm (Asystole/PEA; $p < 0.001$; OR: 0.516), age ($p < 0.001$; OR: 0.986), location of the incident ($p < 0.001$; OR: 1.468) and obesity ($p = 0.023$; OR: 0.924). In the second model (patients without obesity), the significant predictors ($p < 0.001$) of ROSC were initial rhythm (Asystole/PEA, OR: 0.263), public location of the incident (OR: 2.158) and age (OR: 0.986). In the third model (patients with obesity), the significant predictors of ROSC were initial rhythm (Asystole/PEA, $p = 0.002$; OR: 0.443), public location of the incident ($p < 0.001$; OR: 2.101), age ($p < 0.001$; OR: 0.981), and stroke ($p = 0.005$; OR: 2.047).

CONCLUSIONS: In the study population of OHCA patients, obesity significantly predicted the odds of the pre-hospital return of spontaneous circulation, reducing the odds by 8.2%. In the overall study population and the groups of patients with and without obesity, OHCA in public places and ventricular fibrillation/pulsless ventricular tachycardia (VF/pVT) initiating rhythm were predictors of increased odds of ROSC and older age reduced these odds.

KEYWORDS: out-of-hospital cardiac arrest; return of spontaneous circulation; obesity; cardiopulmonary resuscitation

Disaster Emerg Med J

CORRESPONDING AUTHOR:

Jacek Smereka, Department of Emergency Medical Service, Wroclaw Medical University, 51-616 Wroclaw, Poland, e-mail: jacek.smereka@umw.edu.pl

Received: 22.09.2023 Accepted: 18.10.2023 Early publication date: 6.12.2023

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) is a sudden and unexpected event associated with a high mortality risk and serious neurological complications [1]. Following advanced life support (ALS), the return of spontaneous circulation (ROSC) at the scene was reported to occur in 10 to 50% of OHCA patients [2]. Over the past few decades, significant advances in ALS have improved survival rates after OHCA [3]. Nevertheless, numerous factors can still influence the outcome of emergency medical teams' rescue efforts and, among these, ROSC.

Obesity, as a global health problem, has increased significantly over recent years. Its prevalence in adult and child populations is increasing alarmingly, with serious public health implications [4]. According to the World Health Organization (WHO), up to 13% of the world's population struggles with obesity [5]. Several studies have shown that obesity affects both the risk of CVD (such as hypertension, coronary heart disease, and heart failure) and increased complications in people with these conditions [6–9]. On the other hand, some studies have shown that obesity does not affect the outcome of patients following CA [10].

It is worth pointing out that this condition is essential not only because of the presence of comorbidities in patients but also due to the difficulty in meeting ERC guidelines. An example is maintaining the correct depth of chest compressions due to differences in anatomy [11, 12]. In such a case, it is also challenging for the emergency teams to perform endotracheal intubation or insert an intravenous or intraosseous line [13]. According to the current ERC guidelines, ALS procedures in patients with obesity are not different from the treatment of an adult patient of normal weight, and they do not give specific recommendations in this regard [11].

The aim of this study was to investigate the influence of obesity on ROSC in patients following OHCA.

METHODS

Study design and setting

We performed a retrospective analysis of the medical records of patients for whom emergency medical services (EMS) were called in Poland from January 2021 till June 2022. The data were obtained from the Command Support System of the National

Emergency Medical Service and made available by the Emergency Medical Services Monitoring Centre with the permission of the Polish Ministry of Health.

Study population

A total of 4,925,214 EMS records were analyzed. All patients with a recorded ICD 10 — I 46 diagnosis who received cardiopulmonary resuscitation (CPR) at the scene were included in the study. Patients in whom OHCA occurred due to crime, suicide, trauma, etc., in whom death occurred prior to EMS arrival, and in whom the rhythm initiating OHCA was not recorded were excluded from the study. Finally, data from 33,636 patients were analyzed. In the next step, information on the presence of obesity (ICD10: E66 or the word diagnosis "obesity") was exported from both the ICD10 section and the "descriptive diagnosis" section of the medical records to divide the patients into two groups: patients without obesity and patients with obesity (Fig. 1). The following data were then analyzed: age, sex, initiating rhythm, location of OHCA (public place, non-public place), information on the presence of comorbidities such as diabetes mellitus (DM), hypertension (HT), heart failure (HF) and history of acute coronary syndrome (ACS) and stroke.

Ethical considerations

The study was conducted following the principles of the Declaration of Helsinki and was approved by the independent Bioethics Committee of Wrocław Medical University (No. KB-776/2022). The study followed the STROBE guidelines (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology).

Statistical analysis

Data extraction and preprocessing were performed in Python 3.10.7 using standard packages (pandas 1.4.4, numpy 1.21.4). Statistical analysis was performed in STATISTICA 5.0.96. The data were visualized using the following Python packages: matplotlib 3.5.3 and zepid 0.9.1.

Analysis of continuous variables was performed with the t test based on its assumptions (normality: as analyzed on a histogram, homoscedasticity: based on Levene's test). Analysis of categorical variables was performed with the χ^2 test. Odds ratios (ORs) associated with variables in contingency tables were calculated using univariate logistic regression. Further analysis was performed with the use of multiple logistic regression — utilizing the stepwise re-

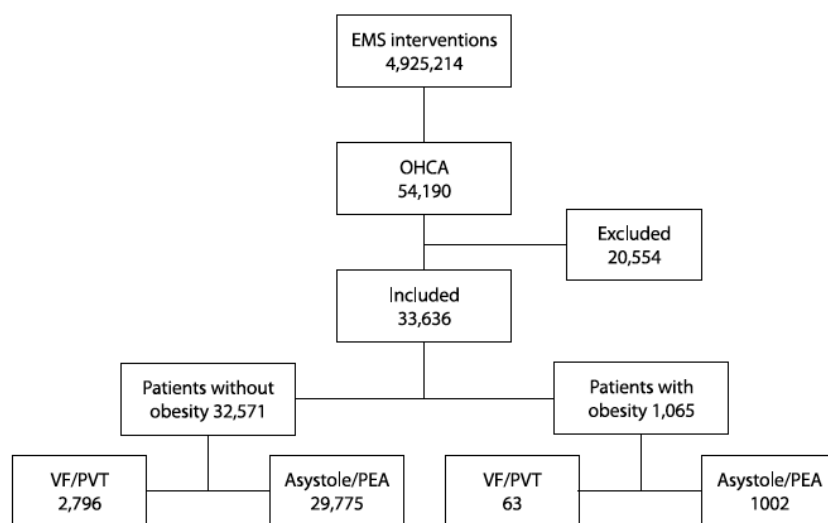


FIGURE 1. Flow chart of the study; OHCA — out-of-hospital-cardiac-arrest; PEA — pulseless electrical activity; pVT — pulseless ventricular tachycardia; VF — ventricular fibrillation

gression algorithm (p cut-off: 0.05) based on Wald and Lagrange multiplier (score) tests.

RESULTS

Factors of ROSC in the whole dataset

The univariate analysis (Tab. 1) showed an association between ROSC and age ($p < 0.001$), location of the incident ($p < 0.001$), OHCA initial rhythm ($p < 0.001$), obesity ($p \approx 0.003$), DM ($p \approx 0.028$), HT ($p \approx 0.015$) and ACS ($p < 0.001$). With a one-year increase, the odds of ROSC incidence dropped by approximately 1.94%. If the incident occurred in a public place, the odds of ROSC were 1.60-fold higher compared to the domicile location. Over 2-fold (2.056) higher odds of ROSC were observed in individuals with the ventricular fibrillation/pulseless ventricular tachycardia (VF/pVT) initial rhythm, compared to the Asystole/PEA. Obesity and diabetes decreased ROSC odds by approximately 10.6% and 3.5%, respectively. HT decreased these odds by approximately 3.4%, while acute coronary syndrome increased the odds by 15.1%. Neither sex nor stroke or HF affected the odds of ROSC (p : 0.079, 0.721, 0.367, respectively).

The derived multivariate model (Tab. 3A) utilized the information on initial rhythm ($p < 0.001$), age ($p < 0.001$), OHCA location ($p < 0.001$) and obesity ($p \approx 0.023$). The VF/pVT OHCA initial rhythm showed approximately 1.92-fold lower ROSC odds than the VF/pVT initial rhythm. A one-year increase in age de-

creased these odds by approximately 1.01%. Obesity decreased the odds by approximately 8.70%.

Factors of ROSC depending on obesity status

After splitting the population sample based on obesity status (Tab. 2), both strata showed an association between the odds of ROSC and age ($p < 0.001$), OHCA location ($p < 0.001$), and initial rhythm ($p < 0.001$). A one-year increase in age decreased the odds by approximately 1.94% in patients without obesity and 2.35% in patients with obesity. If the incident occurred in a public place, the odds for ROSC increased by approximately 60.1% and 55.8% (compared to the domicile location) in nonobese and obese individuals, respectively. Likewise, as shown in the whole dataset, the VF/pVT initial rhythm was associated with higher odds of ROSC compared to the Asystole/PEA in nonobese (2.065-fold higher odds) and obese (1.652-fold higher odds) individuals. The difference between the nonobese and obese strata lay in the association between the odds of ROSC and stroke (45.1% increase in the odds in the obese, no association in the nonobese), HT (no association in the obese, 3.1% decrease in the odds in the nonobese) and acute coronary syndrome (no association in the obese, 15.3% increase in the odds among the nonobese). Results of univariate logistic regression measuring the odds of ROSC after stratification by obesity status (only the significant ORs) are shown in Figure 2.

Table 1. The univariate association between selected factors and the odds of return of spontaneous circulation (ROSC) in the whole population sample

Variable	Desc. Stat.	ROSC: No	ROSC: Yes	p value	OR	OR –95%	OR 95%
Age	n	21431	11924	< 0.001	0.981	0.980	0.983
	Mean ± SD	69.37 ± 15.08	65.01 ± 17.07				
Sex: male	n [column %]	13818 [63.98]	7818 [64.94]	0.079	1.021	0.998	1.045
Location — a public place: Yes	n [column %]	2914 [13.49]	3435 [28.53]	< 0.001	1.600	1.556	1.645
Initial rhythm: VF/pVT	n [column %]	932 [4.32]	1927 [16.01]	< 0.001	2.056	1.973	2.141
Obesity: Yes	n [column %]	730 [3.38]	335 [2.78]	0.003	0.905	0.847	0.966
Diabetes: Yes	n [column %]	3504 [16.22]	1843 [15.31]	0.028	0.966	0.937	0.996
Stroke: Yes	n [column %]	1157 [5.36]	656 [5.45]	0.721	1.009	0.961	1.060
Hypertension: Yes	n [column %]	4879 [22.59]	2582 [21.45]	0.015	0.967	0.941	0.994
Heart failure: Yes	n [column %]	1801 [8.34]	970 [8.06]	0.367	0.981	0.942	1.022
Acute Coronary Syndrome: Yes	n [column %]	776 [3.59]	566 [4.70]	< 0.001	1.151	1.089	1.216

CI — confidence interval; n — number of patients; OR — odds ratio; ROSC — return of spontaneous circulation, VF/pVT — ventricular fibrillation/pulseless ventricular tachycardia

The multivariate models (Tab. 3B, 3C) utilized the information on age, OHCA initial rhythm and location, regardless of obesity status. Additionally, the model analyzed for obese individuals used the information on stroke incidence ($p \approx 0.005$). The adjusted ORs in the nonobese or obese strata were 0.263 or 0.443 (Asystole/PEA vs VF/pVT), 0.986 or 0.981 (upon increase in age by one year), and 2.158 or 2.101 (a public place vs at home), respectively. Obese individuals who suffered from stroke were of approximately 2.047-fold higher odds of ROSC. Results of multivariate logistic regression models measuring the odds of ROSC (only the significant ORs) are shown in Figure 3.

DISCUSSION

OHCA remains the most critical condition in EMS practice, and the prognosis of a patient with this condition remains poor. With the growing problem of obesity worldwide, paramedics are encountering an increasing number of patients with obesity in the line of duty [14]. The main aim of this study was to assess the impact of obesity on ROSC in patients with OHCA. Obesity was a significant predictor of ROSC in univariate and multivariate models. In multivariate analysis among the entire population sample, the odds of ROSC increased when OHCA occurred in a public place and decreased when the initiating rhythm was asystole/PEA and with increas-

ing patient age. This phenomenon was observed in all patients and when patients were divided into groups of those with and without obesity. These findings are well-known and are supported by the results of previous studies [15–19]. In a multivariate analysis in the group that included all patients, obesity was a significant predictor and reduced the odds of ROSC by 8.2%. Since obesity is associated with many diseases, such as CVD, this finding may be not surprising [20]. The results on the impact of obesity on ROSC are inconsistent. Some studies show that patients with obesity were relatively younger and more likely to present with shockable initial rhythms, which could be explained by a higher incidence of prehospital ROSC [21–23]. Performing high-quality CPR on patients with obesity can be difficult for several reasons, including the increased anterior-posterior dimension of the chest [24]. Secobame et al. pointed out that the presence and distribution of adipose tissue around the chest (quantified by computed tomography at an average of 36.53 mm anteriorly and 50.73 mm posteriorly) in this group of patients may reduce compression efficacy [25]. Obesity can also cause difficulties in managing airway patency and restoring a normal heart rhythm in inpatients requiring defibrillation [26, 27]. The authors of some studies have found that obesity (measured by body mass index) after OHCA is associated with better outcomes in sudden cardiac arrest (SCA) survivors. They refer to this as

Table 2. The univariate association between selected factors and the odds of return of spontaneous circulation (ROSC) in the context of variable obesity status

Variable	Desc. Stat.	Obesity: No						Obesity: Yes					
		ROSC: No	ROSC: Yes	p	OR	OR -95%	OR 95%	ROSC: No	ROSC: Yes	p	OR	OR -95%	OR 95%
Age	n	20709	11592	< 0.001	0.981	0.980	0.983	722	332	< 0.001	0.977	0.969	0.985
	Mean±SD	69.36 ± 15.10	64.96 ± 15.18					69.61 ± 14.60	64.10 ± 16.32				
	Missing data	158	112					8	3				
Sex: male	n [column %]	13384 [64.14]	7612 [65.04]	0.104	1.020	0.996	1.044	434 [59.45]	206 [61.49]	0.528	1.044	0.914	1.192
Location — a public place: Yes	n [column %]	2818 [13.51]	3345 [28.58]	< 0.001	1.601	1.556	1.647	96 [13.15]	90 [26.87]	< 0.001	1.558	1.325	1.831
Initial rhythm: VF/pVT	n [column %]	903 [4.33]	1893 [16.17]	< 0.001	2.065	1.982	2.153	29 [3.97]	34 [10.15]	< 0.001	1.652	1.278	2.136
Diabetes: Yes	n [column %]	3181 [15.24]	1701 [14.53]	0.085	0.972	0.942	1.004	323 [44.25]	142 [42.39]	0.570	0.963	0.845	1.097
Stroke: Yes	n [column %]	1121 [5.37]	623 [5.32]	0.850	0.995	0.946	1.047	36 [4.93]	33 [9.85]	0.002	1.451	1.135	1.856
Hypertension: Yes	n [column %]	4509 [21.61]	2410 [20.59]	0.031	0.970	0.943	0.997	370 [50.68]	172 [51.34]	0.841	1.013	0.890	1.153
Heart failure: Yes	n [column %]	1651 [7.91]	895 [7.65]	0.392	0.982	0.941	1.024	150 [20.55]	75 [22.39]	0.494	1.056	0.903	1.235
Acute Coronary Syndrome: Yes	n [column %]	738 [3.54]	544 [4.65]	< 0.001	1.153	1.090	1.220	38 [5.21]	22 [6.57]	0.371	1.131	0.863	1.483

CI — confidence interval; n — number of patients; OR — odds ratio; ROSC — return of spontaneous circulation, VF/pVT — ventricular fibrillation/pulseless ventricular tachycardia

Table 3. The multivariate association between selected factors and the odds of return of spontaneous circulation (ROSC): in the whole population sample (A), among the nonobese (B) and obese (C) only

(A) Whole population sample; algorithm: stepwise regression, p cut-off: 0.05									
Effect (variable)	Reference category	Tested category	β	β SE	Wald statistic	p	OR	OR –95% CI	OR 95% CI
β_0 (intercept)	–	–	1.049	0.065	264.29	< 0.001	2.854	2.515	3.239
Initial rhythm	VF/pVT	Asystole/PEA	–0.662	0.021	960.87	< 0.001	0.516	0.494	0.538
Location: a public place	No	Yes	0.384	0.015	668.27	< 0.001	1.468	1.426	1.512
Age	–	–	–0.014	0.001	313.28	< 0.001	0.986	0.985	0.988
Obesity	No	Yes	–0.079	0.035	5.18	0.023	0.924	0.863	0.989
(B) Nonobese individuals; algorithm: stepwise regression, p cut-off: 0.05									
Effect (variable)	Reference category	Tested category	β	β SE	Wald statistic	p	OR	OR –95% CI	OR 95% CI
β_0 (intercept)	–	–	1.406	0.068	423.66	< 0.001	4.078	3.567	4.663
Initial rhythm	VF/pVT	Asystole/PEA	–1.337	0.043	953.12	< 0.001	0.263	0.241	0.286
Location: a public place	No	Yes	0.769	0.030	649.43	< 0.001	2.158	2.034	2.290
Age	–	–	–0.014	0.001	295.91	< 0.001	0.986	0.985	0.988
(C) Obese individuals; algorithm: stepwise regression, p cut-off: 0.05									
Effect (variable)	Reference category	Tested category	β	β SE	Wald statistic	p	OR	OR –95% CI	OR 95% CI
β_0 (intercept)	–	–	1.086	0.397	7.49	< 0.001	2.962	1.361	6.445
Location: a public place	No	Yes	0.743	0.171	18.92	< 0.001	2.101	1.504	2.936
Age	–	–	–0.019	0.004	18.590	< 0.001	0.981	0.972	0.989
Initial rhythm	VF/pVT	Asystole/PEA	–0.815	0.272	8.98	0.002	0.443	0.260	0.754
Stroke	No	Yes	0.716	0.258	7.71	0.005	2.047	1.235	3.395

CI — confidence interval; OR — odds ratio; PEA — pulseless electrical activity; VF/pVT — ventricular fibrillation/pulseless ventricular tachycardia

the “obesity paradox” [28, 29]. This phenomenon has also been repeatedly described in life-threatening conditions that can lead to SCA, such as ACS or HF [30]. The authors explain that this phenomenon may be influenced by age — patients with obesity are often younger (in our analysis, the people with obesity in whom ROSC was obtained were also younger) [31]. Additionally, previous diagnosis and treatment, for example, of CVD (obese people are more likely to undergo preventive screening), could also play a role in this phenomenon [20]. In patients admitted to intensive care, adipose tissue can serve as a nutrient when metabolism increases rapidly [32]. However, the claim is most commonly used when BMI is used to assess obesity, which has many

limitations, such as not differentiating between obesity phenotypes and not taking into account body composition (amount of body fat, muscle tissue) or edema/dema in patients with HF [33]. Sharma et al. [34] rightly pointed out that in most cases, a more appropriate name for this phenomenon is the ‘BMI paradox’. Recent studies, both in patients after OHCA and in other life-threatening conditions, suggest that the ‘obesity paradox’ does not exist and that the protective effect of obesity should not be considered [35, 36]. Taking into account all the possible consequences of obesity (both problems with life support and health complications), the ERC guidelines rightly emphasize the need for CA prevention, including early detection and treatment

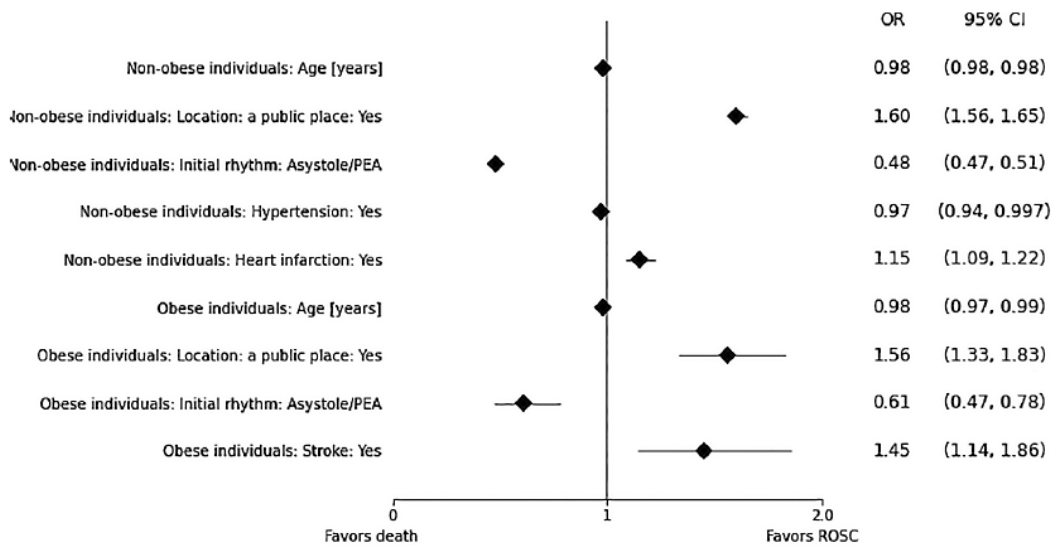


FIGURE 2. Univariate odds ratios (ORs) associated with return of spontaneous circulation (ROSC)

of, for example, coronary heart disease, with which obesity is strongly correlated [1, 37]. In multivariate analysis among patients with obesity, there was a higher chance of ROSC among individuals who suffered from stroke. There are reports in which patients with OHCA in the etiology of stroke had a higher chance of ROSC but a lower chance of favorable neurological outcome and even 30-day survival in relation to cardiac etiology [38]. However, due to limited data from the medical records of the OHCA cases studied, this result should be interpreted highly cautiously and requires further prospective studies in this area.

Study limitation

The limitations of this study are related to its retrospective nature and the database characteristics used. First, data on comorbidities, for example, are uncertain because in many cases, the ambulance service may not have had contact with the family witnesses to the incident or access to the patient's medical history. For example, it is not possible to determine from the medical records examined whether the stroke occurred immediately before the OHCA or whether it was in the past. No specific field in the emergency medical record indicates whether witnesses to the incident started CPR before the team arrived or how long CPR lasted, so it was impossible to include this parameter in the analysis. The medical records were anonymous, so looking at

long-term survival was impossible. A strength of the study was undoubtedly the large sample size, which included the entire Polish population.

CONCLUSIONS

In the study population of out-of-hospital cardiac arrest patients, obesity significantly predicted the odds of the prehospital return of spontaneous circulation, reducing the odds by 8.2%. In the overall study population and the groups of patients with and without obesity, cardiac arrest in public places and VF/pVT initiating rhythm were predictors of increased odds of return of spontaneous circulation and older age reduced these odds. Studies on the obesity status of OHCA patients need to be further investigated.

Article information and declarations

Data availability statement

The selected range of data and materials is available after direct contact with the correspondence author.

Ethics statement

The study was conducted following the principles of the Declaration of Helsinki and was approved by the independent Bioethics Committee of Wrocław Medical University (No. KB-776/2022). The study followed the STROBE guidelines (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology).

Author contributions

Conceptualization, P.F. and M.C.; methodology, P.F., Ł.L. and M.C.; software, P.F.; validation, P.F.; formal analysis, P.F., Ł.L. and M.C.; investigation, P.F.; resources, P.F. and J.S.; data curation, P.F. and J.S.; writing — original draft preparation, P.F., Ł.L., M.C., I.U. and J.S.; writing — review and editing, P.F., J.S. and M.C.; visualization, P.F. and Ł.L.; supervision, M.C.; project administration, P.F. and M.C.; funding acquisition J.S. and M.C. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding

This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of Poland under the statutory grant of the Wrocław Medical University (SUBZ. E240.23.021).

Acknowledgments

Not applicable.

Conflict of interest

None of the authors has declared a conflict of interest.

Supplementary material

None.

REFERENCES

- Soar J, Böttiger BW, Carli P, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. *Resuscitation*. 2021; 161(4): 115–151, doi: 10.1016/j.resuscitation.2021.02.010, indexed in Pubmed: 33773825.
- de Graaf C, Donders DNV, Beesems SG, et al. Time to return of spontaneous circulation and survival: when to transport in out-of-hospital cardiac arrest? *Prehosp Emerg Care*. 2021; 25(2): 171–181, doi: 10.1080/10903127.2020.1752868, indexed in Pubmed: 32286908.
- Rea T, Kudenchuk PJ, Sayre MR, et al. Out of hospital cardiac arrest: Past, present, and future. *Resuscitation*. 2021; 165: 101–109, doi: 10.1016/j.resuscitation.2021.06.010, indexed in Pubmed: 34166740.
- Janssen F, Bardoutsos A, Vidra N. Obesity prevalence in the long-term future in 18 european countries and in the USA. *Obes Facts*. 2020; 13(5): 514–527, doi: 10.1159/000511023, indexed in Pubmed: 33075798.
- World Health Organization. Regional Office for Europe. WHO European Regional Obesity Report 2022. World Health Organization. Regional Office for Europe; 2022. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/353747> (20.07.2023).
- Das S, Debnath M, Das S, et al. Association of overweight and obesity with hypertension, diabetes and comorbidity among adults in Bangladesh: evidence from nationwide Demographic and Health Survey 2017–2018 data. *BMJ Open*. 2022; 12(7): e052822, doi: 10.1136/bmjopen-2021-052822, indexed in Pubmed: 35793916.
- Hamer M, Stamatakis E. Metabolically healthy obesity and risk of all-cause and cardiovascular disease mortality. *J Clin Endocrinol Metab*. 2012; 97(7): 2482–2488, doi: 10.1210/jc.2011-3475, indexed in Pubmed: 22508708.
- Yazdi F, Sarabi AG, Monjazebi F, et al. Determination of factors related to emergency re-referral in patients with heart failure a hospital in Tehran — Iran: a cross-sectional study. *Disaster Emerg Med J*. 2023; 8(2): 71–82, doi: 10.5603/demj.a2023.0010.
- Sonmez LO. Cardiovascular physiology and erectile dysfunction. *Disaster Emerg Med J*. 2022; 7(4): 255–260, doi: 10.5603/demj.a2022.0037.
- Chavda MP, Bihari S, Woodman RJ, et al. The impact of obesity on outcomes of patients admitted to intensive care after cardiac arrest. *J Crit Care*. 2022; 69: 154025, doi: 10.1016/j.jccr.2022.154025, indexed in Pubmed: 35339901.
- Lott C, Truhlár A, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*. 2021; 161(4): 152–219, doi: 10.1016/j.resuscitation.2021.02.011, indexed in Pubmed: 33773826.
- Plourde B, Sarrazin JF, Nault I, et al. Sudden cardiac death and obesity. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2014; 12(9): 1099–1110, doi: 10.1586/14779072.2014.952283, indexed in Pubmed: 25160995.
- Di Giacinto I, Guamera M, Esposito C, et al. Emergencies in obese patients: a narrative review. *J Anesth Analg Crit Care*. 2021; 1(1): 13, doi: 10.1186/s44158-021-00019-2, indexed in Pubmed: 37386567.
- Özüçelik D, Doğan S, Çelik S. Comparison of body mass index level by triage level in the emergency department. *Disaster Emerg Med J*. 2023; 8(1): 10–20, doi: 10.5603/demj.a2023.0011.
- Gräsner JT, Meybohm P, Lefering R, et al. ROSC after cardiac arrest—the RACA score to predict outcome after out-of-hospital cardiac arrest. *Eur Heart J*. 2011; 32(13): 1649–1656, doi: 10.1093/eurheartj/ehr107, indexed in Pubmed: 21515626.
- Czapla M, Zielińska M, Kubica-Cielińska A, et al. Factors associated with return of spontaneous circulation after out-of-hospital cardiac arrest in Poland: a one-year retrospective study. *BMC Cardiovasc Disord*. 2020; 20(1): 288, doi: 10.1186/s12872-020-01571-5, indexed in Pubmed: 32532201.
- Tanaka H, Ong MEH, Siddiqui FJ, et al. Modifiable factors associated with survival after out-of-hospital cardiac arrest in the pan-asian resuscitation outcomes study. *Ann Emerg Med*. 2018; 71(5): 608–617. e15, doi: 10.1016/j.annemergmed.2017.07.484, indexed in Pubmed: 28985969.
- Havranek S, Fingrova Z, Rob D, et al. Initial rhythm and survival in refractory out-of-hospital cardiac arrest. Post-hoc analysis of the Prague OHCA randomized trial. *Resuscitation*. 2022; 181: 289–296, doi: 10.1016/j.resuscitation.2022.10.006, indexed in Pubmed: 36243225.
- Haskins B, Nehme Z, Andrew E, et al. One-year quality-of-life outcomes of cardiac arrest survivors by initial defibrillation provider. *Heart*. 2023;

- 109(18): 1363–1371, doi: 10.1136/heartjnl-2021-320559, indexed in Pubmed: 36928241.
20. Powell-Wiley TM, Poirier P, Burke LE, et al. Obesity and cardiovascular disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2021; 143(21): e984–e984e1010, doi: 10.1161/CIR.0000000000000973, indexed in Pubmed: 33882682.
 21. Gupta T, Kolte D, Mohanany D, et al. Relation of obesity to survival after in-hospital cardiac arrest. *Am J Cardiol*. 2016; 118(5): 662–667, doi: 10.1016/j.amjcard.2016.06.019, indexed in Pubmed: 27381664.
 22. Testori C, Sterz F, Losert H, et al. Cardiac arrest survivors with moderate elevated body mass index may have a better neurological outcome: a cohort study. *Resuscitation*. 2011; 82(7): 869–873, doi: 10.1016/j.resuscitation.2011.02.027, indexed in Pubmed: 21458134.
 23. Geri G, Savary G, Legriel S, et al. Influence of body mass index on the prognosis of patients successfully resuscitated from out-of-hospital cardiac arrest treated by therapeutic hypothermia. *Resuscitation*. 2016; 109: 49–55, doi: 10.1016/j.resuscitation.2016.09.011, indexed in Pubmed: 27743918.
 24. Wang CH, Chang WT, Huang CH, et al. Associations between body size and outcomes of adult in-hospital cardiac arrest: a retrospective cohort study. *Resuscitation*. 2018; 130: 67–72, doi: 10.1016/j.resuscitation.2018.07.006, indexed in Pubmed: 29990579.
 25. Secombe P, Sutherland R, Johnson R. Body mass index and thoracic subcutaneous adipose tissue depth: possible implications for adequacy of chest compressions. *BMC Res Notes*. 2017; 10(1): 575, doi: 10.1186/s13104-017-2918-9, indexed in Pubmed: 29115984.
 26. Evrin T, Szarpak L, Katipoglu B, et al. Video-assisted versus macintosh direct laryngoscopy for intubation of obese patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Disaster Emerg Med J*. 2022; 7(1): 30–40, doi: 10.5603/demj.a2022.0004.
 27. Jain R, Nallamothu BK, Chan PS, et al. American Heart Association National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation (NRCPR) investigators. Body mass index and survival after in-hospital cardiac arrest. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2010; 3(5): 490–497, doi: 10.1161/CIRCOUTCOMES.109.912501, indexed in Pubmed: 20699443.
 28. Matinrazm S, Ladejobi A, Pasupula DK, et al. Effect of body mass index on survival after sudden cardiac arrest. *Clin Cardiol*. 2018; 41(1): 46–50, doi: 10.1002/clc.22847, indexed in Pubmed: 29355997.
 29. Kakavas S, Georgiopoulos G, Oikonomou D, et al. The impact of body mass index on post resuscitation survival after cardiac arrest: A meta-analysis. *Clin Nutr ESPEN*. 2018; 24: 47–53, doi: 10.1016/j.clnesp.2018.01.071, indexed in Pubmed: 29576362.
 30. Carbone S, Canada JM, Billingsley HE, et al. Obesity paradox in cardiovascular disease: where do we stand? *Vasc Health Risk Manag*. 2019; 15: 89–100, doi: 10.2147/VHRM.S168946, indexed in Pubmed: 31118651.
 31. Niedziela J, Hudzik B, Niedziela N, et al. The obesity paradox in acute coronary syndrome: a meta-analysis. *Eur J Epidemiol*. 2014; 29(11): 801–812, doi: 10.1007/s10654-014-9961-9, indexed in Pubmed: 25354991.
 32. Buchholz EM, Beckman AL, Krumholz HA, et al. Excess weight and life expectancy after acute myocardial infarction: The obesity paradox reexamined. *Am Heart J*. 2016; 172: 173–181, doi: 10.1016/j.ahj.2015.10.024, indexed in Pubmed: 26856230.
 33. Carbone S, Lavie CJ, Arena R. Obesity and heart failure: focus on the obesity paradox. *Mayo Clin Proc*. 2017; 92(2): 266–279, doi: 10.1016/j.mayocp.2016.11.001, indexed in Pubmed: 28109619.
 34. Sharma A, Lavie CJ, Borer JS, et al. Meta-analysis of the relation of body mass index to all-cause and cardiovascular mortality and hospitalization in patients with chronic heart failure. *Am J Cardiol*. 2015; 115(10): 1428–1434, doi: 10.1016/j.amjcard.2015.02.024, indexed in Pubmed: 25772740.
 35. Hjalmarsson A, Rawshani A, Råmunddal T, et al. No obesity paradox in out-of-hospital cardiac arrest: data from the Swedish registry of cardiopulmonary resuscitation. *Resusc Plus*. 2023; 15: 100446, doi: 10.1016/j.resplu.2023.100446, indexed in Pubmed: 37601410.
 36. Butt JH, Petrie MC, Jhund PS, et al. Anthropometric measures and adverse outcomes in heart failure with reduced ejection fraction: revisiting the obesity paradox. *Eur Heart J*. 2023; 44(13): 1136–1153, doi: 10.1093/eurheartj/ehad083, indexed in Pubmed: 36944496.
 37. Corrigendum to: 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: Developed by the Task Force for cardiovascular disease prevention in clinical practice with representatives of the European Society of Cardiology and 12 medical societies With the special contribution of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *Eur Heart J*. 2022; 43(42): 4468, doi: 10.1093/eurheartj/ehac458, indexed in Pubmed: 36083202.
 38. Fukuda T, Ohashi-Fukuda N, Kondo Y, et al. Epidemiology, risk factors, and outcomes of out-of-hospital cardiac arrest caused by stroke: a population-based study. *Medicine (Baltimore)*. 2016; 95(14): e3107, doi: 10.1097/MD.0000000000003107, indexed in Pubmed: 27057834.

Załącznik 3. Pisemne oświadczenia współautorów publikacji.

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, że Pan **Mgr Piotr FEHLER** wniósł znaczący wkład w powstanie publikacji oryginalnej: Piotr Fehler, Marzena Zielińska, Bartosz Uchmanowicz, Raúl Juárez-Vela, Łukasz Lewandowski, Stanisław Zieliński, Michał Czapla. Do Body Mass Index and Nutritional Risk Score 2002 Influencethe In-Hospital Mortality of Patients Following Cardiac Arrest? Nutrients. 2023 Jan 14;15(2):436. doi: 10.3390/nu15020436. PMID: 36678307; PMCID: PMC9863085. IF = 5,9 / MEiN = 140,00 pkt; który polegał na opracowaniu koncepcji i metodologii badania, przeprowadzeniu badania i zbieraniu danych, przygotowaniu bazy danych i wykonaniu analizy statystycznej, opracowaniu tabel i wizualizacji, sporządzaniu manuskryptu i nanoszeniu poprawek podczas recenzji, jak również nadzorowaniu projektu badawczego oraz zaakceptowaniu ostatecznej wersji manuskryptu przed publikacją.

Prof. dr hab. Marzena ZIELIŃSKA

Katedra i Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii,
Wydział Lekarski, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu

18.02.24 Marzena Zelińska

data i podpis

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, że Pan **Mgr Piotr FEHLER** wniósł znaczący wkład w powstanie publikacji oryginalnej: Piotr Fehler, Marzena Zielińska, Bartosz Uchmanowicz, Raúl Juárez-Vela, Łukasz Lewandowski, Stanisław Zieliński, Michał Czapla. Do Body Mass Index and Nutritional Risk Score 2002 Influencethe In-Hospital Mortality of Patients Following Cardiac Arrest? Nutrients. 2023 Jan 14;15(2):436. doi: 10.3390/nu15020436. PMID: 36678307; PMCID: PMC9863085. IF = 5,9 / MEiN = 140,00 pkt; który polegał na opracowaniu koncepcji i metodologii badania, przeprowadzeniu badania i zbieraniu danych, przygotowaniu bazy danych i wykonaniu analizy statystycznej, opracowaniu tabel i wizualizacji, sporządzaniu manuskryptu i nanoszeniu poprawek podczas recenzji, jak również nadzorowaniu projektu badawczego oraz zaakceptowaniu ostatecznej wersji manuskryptu przed publikacją.

15.02.2024

Dr hab. n. med. Bartosz UCHMANOWICZ

Zakład Pielęgniarstwa Rodzinnego i Pediatrycznego, Wydział
Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu



.....
data i podpis

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, że Pan **Mgr Piotr FEHLER** wniósł znaczący wkład w powstanie publikacji oryginalnej: Piotr Fehler, Marzena Zielińska, Bartosz Uchmanowicz, Raúl Juárez-Vela, Łukasz Lewandowski, Stanisław Zieliński, Michał Czapla. Do Body Mass Index and Nutritional Risk Score 2002 Influencethe In-Hospital Mortality of Patients Following Cardiac Arrest? Nutrients. 2023 Jan 14;15(2):436. doi: 10.3390/nu15020436. PMID: 36678307; PMCID: PMC9863085. IF = 5,9 / MEiN = 140,00 pkt; który polegał na opracowaniu koncepcji i metodologii badania, przeprowadzeniu badania i zbieraniu danych, przygotowaniu bazy danych i wykonaniu analizy statystycznej, opracowaniu tabel i wizualizacji, sporządzaniu manuskryptu i nanoszeniu poprawek podczas recenzji, jak również nadzorowaniu projektu badawczego oraz zaakceptowaniu ostatecznej wersji manuskryptu przed publikacją.

DECLARATION

I declare that **Mr. Piotr FEHLER, M.Sc.**, made significant contributions to the original publication: Piotr Fehler, Marzena Zielińska, Bartosz Uchmanowicz, Raúl Juárez-Vela, Łukasz Lewandowski, Stanisław Zieliński, Michał Czapla. Do Body Mass Index and Nutritional Risk Score 2002 Influencethe In-Hospital Mortality of Patients Following Cardiac Arrest? Nutrients. 2023 Jan 14;15(2):436. doi: 10.3390/nu15020436. PMID: 36678307; PMCID: PMC9863085. IF = 5.9 / MEiN = 140.00 pts; which consisted of designing the study concept and methodology, conducting the study and collecting the data, preparing the database and performing the statistical analysis, preparing the tables and visualizations, drafting the manuscript and applying corrections during the review, as well as supervising the research project and approving the final version of the manuscript before publication.

Prof. Raúl JUÁREZ-VELA

Group of Research in Care (GRUPAC), Faculty of Health Sciences, University of La Rioja, Logroño, Spain

JUAREZ VELA

RAUL - 52410292P

Firmado digitalmente por
JUAREZ VELA RAUL - 52410292P
Fecha: 2024.02.11 16:04:24
+01'00'

.....
date and signature

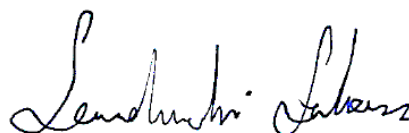
OŚWIADCZENIE

Oświadczam, że Pan **Mgr Piotr FEHLER** wniósł znaczący wkład w powstanie publikacji oryginalnej: Piotr Fehler, Marzena Zielińska, Bartosz Uchmanowicz, Raúl Juárez-Vela, Łukasz Lewandowski, Stanisław Zieliński, Michał Czapla. Do Body Mass Index and Nutritional Risk Score 2002 Influencethe In-Hospital Mortality of Patients Following Cardiac Arrest? Nutrients. 2023 Jan 14;15(2):436. doi: 10.3390/nu15020436. PMID: 36678307; PMCID: PMC9863085. IF = 5,9 / MEiN = 140,00 pkt; który polegał na opracowaniu koncepcji i metodologii badania, przeprowadzeniu badania i zbieraniu danych, przygotowaniu bazy danych i wykonaniu analizy statystycznej, opracowaniu tabel i wizualizacji, sporządzaniu manuskryptu i nanoszeniu poprawek podczas recenzji, jak również nadzorowaniu projektu badawczego oraz zaakceptowaniu ostatecznej wersji manuskryptu przed publikacją.

Oświadczam, że Pan **Mgr Piotr FEHLER** wniósł znaczący wkład w powstanie publikacji oryginalnej: Piotr Fehler, Łukasz Lewandowski, Izabella Uchmanowicz, Jacek Smereka, Michał Czapla. Does obesity influence the return of spontaneous circulation among out-of-hospital cardiac arrest patients? A retrospective cohort study. Disaster and Emergency Medicine Journal 2023; Ahead of Print (Published online: 2023-12-06). Doi: 10.5603/demj.97553. IF = 0.0 / MEiN = 40,00 pkt; który polegał na opracowaniu koncepcji i metodologii badania, przeprowadzeniu badania i zbieraniu danych, przygotowaniu bazy danych i wykonaniu analizy statystycznej, opracowaniu tabel i wizualizacji, sporządzaniu manuskryptu i nanoszeniu poprawek podczas recenzji, jak również zarządzaniu projektem badawczym oraz zaakceptowaniu ostatecznej wersji manuskryptu przed publikacją.

Dr Łukasz LEWANDOWSKI

Zakład Biochemii Lekarskiej, Wydział Lekarski,
Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu



.....
data i podpis

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, że Pan **Mgr Piotr FEHLER** wniósł znaczący wkład w powstanie publikacji oryginalnej: Piotr Fehler, Marzena Zielińska, Bartosz Uchmanowicz, Raúl Juárez-Vela, Łukasz Lewandowski, Stanisław Zieliński, Michał Czapla. Do Body Mass Index and Nutritional Risk Score 2002 Influencethe In-Hospital Mortality of Patients Following Cardiac Arrest? Nutrients. 2023 Jan 14;15(2):436. doi: 10.3390/nu15020436. PMID: 36678307; PMCID: PMC9863085. IF = 5,9 / MEiN = 140,00 pkt; który polegał na opracowaniu koncepcji i metodologii badania, przeprowadzeniu badania i zbieraniu danych, przygotowaniu bazy danych i wykonaniu analizy statystycznej, opracowaniu tabel i wizualizacji, sporządzaniu manuskryptu i nanoszeniu poprawek podczas recenzji, jak również nadzorowaniu projektu badawczego oraz zaakceptowaniu ostatecznej wersji manuskryptu przed publikacją.

Dr n. med. Stanisław ZIELIŃSKI

Katedra i Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii,
Wydział Lekarski, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu

19.02.2024 Stanisław Zieliński

.....
data i podpis

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, że Pan **Mgr Piotr FEHLER** wniósł znaczący wkład w powstanie publikacji oryginalnej: Piotr Fehler, Marzena Zielińska, Bartosz Uchmanowicz, Raúl Juárez-Vela, Łukasz Lewandowski, Stanisław Zieliński, Michał Czapla. Do Body Mass Index and Nutritional Risk Score 2002 Influencethe In-Hospital Mortality of Patients Following Cardiac Arrest? Nutrients. 2023 Jan 14;15(2):436. doi: 10.3390/nu15020436. PMID: 36678307; PMCID: PMC9863085. IF = 5,9 / MEiN = 140,00 pkt; który polegał na opracowaniu koncepcji i metodologii badania, przeprowadzeniu badania i zbieraniu danych, przygotowaniu bazy danych i wykonaniu analizy statystycznej, opracowaniu tabel i wizualizacji, sporządzaniu manuskryptu i nanoszeniu poprawek podczas recenzji, jak również nadzorowaniu projektu badawczego oraz zaakceptowaniu ostatecznej wersji manuskryptu przed publikacją.

Oświadczam, że Pan **Mgr Piotr FEHLER** wniósł znaczący wkład w powstanie publikacji oryginalnej: Piotr Fehler, Łukasz Lewandowski, Izabella Uchmanowicz, Jacek Smereka, Michał Czapla. Does obesity influence the return of spontaneous circulation among out-of-hospital cardiac arrest patients? A retrospective cohort study. Disaster and Emergency Medicine Journal 2023; Ahead of Print (Published online: 2023-12-06). Doi: 10.5603/demj.97553. IF = 0.0 / MEiN = 200,00 pkt; który polegał na opracowaniu koncepcji i metodologii badania, przeprowadzeniu badania i zbieraniu danych, przygotowaniu bazy danych i wykonaniu analizy statystycznej, opracowaniu tabel i wizualizacji, sporządzaniu manuskryptu i nanoszeniu poprawek podczas recenzji, jak również zarządzaniu projektem badawczym oraz zaakceptowaniu ostatecznej wersji manuskryptu przed publikacją.

Dr hab. Michał CZAPLA

Zakład Ratownictwa Medycznego, Wydział Nauk
o Zdrowiu, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu

Podpisano przez/ Signed by:
MICHAŁ
CZAPLA
Data/ Date: 19.02.2024 18:36
mSzafir


.....
data i podpis

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, że Pan **Mgr Piotr FEHLER** wniósł znaczący wkład w powstanie publikacji oryginalnej: Piotr Fehler, Lukasz Lewandowski, Izabella Uchmanowicz, Jacek Smereka, Michal Czapla. Does obesity influence the return of spontaneous circulation among out-of-hospital cardiac arrest patients? A retrospective cohort study. Disaster and Emergency Medicine Journal 2023; Ahead of Print (Published online: 2023-12-06). Doi: 10.5603/demj.97553. IF = 0.0 / MEiN = 40,00 pkt; który polegał na opracowaniu koncepcji i metodologii badania, przeprowadzeniu badania i zbieraniu danych, przygotowaniu bazy danych i wykonaniu analizy statystycznej, opracowaniu tabel i wizualizacji, sporządzaniu manuskryptu i nanoszeniu poprawek podczas recenzji, jak również zarządzaniu projektem badawczym oraz zaakceptowaniu ostatecznej wersji manuskryptu przed publikacją.

Prof. dr hab. Izabella UCHMANOWICZ

Zakład Pielęgniarstwa Internistycznego, Wydział Nauk
o Zdrowiu, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu
12.02.2024

Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu
Wydział Nauk o Zdrowiu
KATEDRA PIELĘGNIARSTWA I POŁOŻNICTWA

prof. dr hab. Izabella Uchmanowicz



UNIwersYTET MEDYCZNY

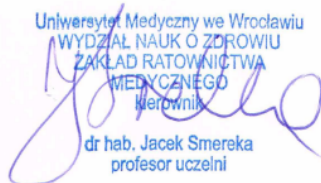
IM. PIASTÓW ŚLĄSKICH WE WROCLAWIU

Wydział Nauk o Zdrowiu
Katedra i Zakład Ratownictwa Medycznego
Kierownik Katedry dr hab.n.med. Jacek Smereka, prof. UMW

Wrocław, 14.02.2024

Oświadczenie

Oświadczam, że Pan mgr Piotr FEHLER wniósł znaczący wkład w powstanie publikacji oryginalnej: Piotr Fehler, Lukasz Lewandowski, Izabella Uchmanowicz, Jacek Smereka, Michal Czapl. Does obesity influence the return of spontaneous circulation among out-of-hospital cardiac arrest patients? A retrospective cohort study. Disaster and Emergency Medicine Journal 2023; Ahead of Print (Published online: 2023-12-06). Doi: 10.5603/demj.97553. IF = 0.0 / MEiN = 40,00 pkt; który polegał na opracowaniu koncepcji i metodologii badania, przeprowadzeniu badania i zbieraniu danych, przygotowaniu bazy danych i wykonaniu analizy statystycznej, opracowaniu tabel i wizualizacji, sporządzaniu manuskryptu i nanoszeniu poprawek podczas recenzji, jak również zarządzaniu projektem badawczym oraz zaakceptowaniu ostatecznej wersji manuskryptu przed publikacją.

Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu
WYDZIAŁ NAUK O ZDROWIU
ZAKŁAD RATOWNICTWA
MEDYCZNEGO
Kierownik

dr hab. Jacek Smereka
profesor uczelni



Signed by /
Podpisano przez:
Jacek Robert
Smereka
Date / Data:
2024-02-14 08:34

Załącznik 4. Wykaz publikacji wchodzących w skład cyklu.

Mgr Piotr Fehler

Cykl publikacji

LP	Opis bibliograficzny	IF	Punkty MNiSW
1	Fehler Piotr , Zielińska Marzena, Uchmanowicz Bartosz, Juárez-Vela Raúl, Lewandowski Łukasz, Zieliński Stanisław, Czapla Michał: Do body mass index and nutritional risk score 2002 influence the in-hospital mortality of patients following cardiac arrest?, <i>Nutrients</i> , 2023, vol. 15, nr 2, art.436 [16 s.], DOI:10.3390/nu15020436	5,9*	140
2	Piotr Fehler and Lukasz Lewandowski and Izabella Uchmanowicz, Jacek Smereka and Michal Czapla: Does obesity influence the return of spontaneous circulation among out-of-hospital cardiac arrest patients? A retrospective cohort study, <i>Disaster and Emergency Medicine Journal**</i> , 2024 [Published online: 2023-12-06] Ahead of print , doi: 10.5603/demj.97553	-	40**
Suma punktów		5,9	180,0

*IF 2022

** Punktacja czasopisma *Disaster and Emergency Medicine Journal*

- wg wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów konferencyjnych w komunikacie MEiN z 17.07.2023 r., ze zmianami i sprostowaniem z dnia 3.11.2023 r. dla roku 2023 wynosi 200,0;
- wg wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów konferencyjnych w komunikacie Ministra Nauki z 5.01.2024 r. dla roku 2024 wynosi 40,0.

Impact Factor: **5,9**

Punkty ministerialne: **180,0**

OSOBA SPORZĄDZAJĄCA: EWA STAROBRZAŃSKA
DZIAŁ BIBLIOGRAFII I BIBLIOMETRII BG UMW



Signed by /
Podpisano przez:

Dominika
Sidorska

Date / Data:
2024-02-08 11:26

Załącznik 5. Wykaz wszystkich publikacji.

Mgr Piotr Fehler

WYKAZ PUBLIKACJI

1. Publikacje w czasopismach naukowych

1.1 Publikacje w czasopiśmie z IF

Lp	Opis bibliograficzny	IF	Punkty
1	Fehler Piotr , Zielińska Marzena, Uchmanowicz Bartosz, Juárez-Vela Raúl, Lewandowski Łukasz, Zieliński Stanisław, Czapla Michał: Do body mass index and nutritional risk score 2002 influence the in-hospital mortality of patients following cardiac arrest?, <i>Nutrients</i> , 2023, vol. 15, nr 2, art.436 [16 s.], DOI:10.3390/nu15020436	5,9*	140
2	Wysocki Grzegorz, Czapla Michał, Uchmanowicz Bartosz, Fehler Piotr , Aleksandrowicz Katarzyna, Rypicz Łukasz, Wolska-Zogata Irena, Uchmanowicz Izabella: Influence of disease acceptance on the quality of life of patients with ankylosing spondylitis - single centre study, <i>Patient Preference and Adherence</i> , 2023, vol. 17, s. 1075-1092, DOI:10.2147/ppa.s403437	2,2*	70
	Podsumowanie	8,100	210

*IF 2022

1.2 Publikacje w czasopiśmie bez IF

Lp	Opis bibliograficzny	Punkty
1	Piotr Fehler and Łukasz Lewandowski and Izabella Uchmanowicz, Jacek Smereka and Michał Czapla: Does obesity influence the return of spontaneous circulation among out-of-hospital cardiac arrest patients? A retrospective cohort study, <i>Disaster and Emergency Medicine Journal</i> **, 2024 [Published online: 2023-12-06] Ahead of print, doi: 10.5603/demj.97553	40**
	Podsumowanie	40

** Punktacja czasopisma *Disaster and Emergency Medicine Journal*

- wg wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów konferencyjnych w komunikacie MEiN z 17.07.2023 r., ze zmianami i sprostowaniem z dnia 3.11.2023 r. dla roku 2023 wynosi 200,0;

- wg wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów konferencyjnych w komunikacie Ministra Nauki z 5.01.2024 r. dla roku 2024 wynosi 40,0.

2. Monografie naukowe

2.1 Książka autorska -

2.2 Książka redagowana -

2.3 Rozdziały -

3. Varia -

4. Abstrakty

Lp	Opis bibliograficzny
1	Czapla Michał, Fehler P , Lewandowski Łukasz, Juárez-Vela R, Karniej Piotr, Uchmanowicz Bartosz, Zieliński Stanisław, Zielińska Marzena: Differences between non-obese and obese patients after cardiac arrest, <i>European Journal of Cardiovascular Nursing</i> , 2023, vol. 22, nr suppl.1, 1143 poz.zvad064.064, [ACNAP 2023. Edinburgh, Scotland, 23-24 June. Abstract supplement], DOI:10.1093/eurjcn/zvad064.064

2	Fehler Piotr , Lewandowski Łukasz , Uchmanowicz Izabella, Smereka Jacek, Czapla Michał: Wpływ otyłości na rokowania pacjentów po przebytych pozaszpitalnym nagłym zatrzymaniu krążenia, W: XVI Konferencja Naukowa Sekcji Prewencji i Epidemiologii PTK "Kardiologia Prewencyjna". Kraków, 17-18.11.2023. Program konferencji, Kraków 2023, 116 poz.P32
---	---

Impact factor: 8,100

Punktacja ministerialna: 250,0

OSOBA SPORZĄDZAJĄCA: EWA STAROBRZAŃSKA
DZIAŁ BIBLIOGRAFII I BIBLIOMETRII BG UMW



Signed by /
Podpisano przez:

Dominika
Sidorska

Date / Data:
2024-02-08 11:27

Załącznik 6. Zgoda Komisji Bioetycznej na przeprowadzenie badań.

KOMISJA BIOETYCZNA
przy
Uniwersytecie Medycznym
we Wrocławiu

OPINIA KOMISJI BIOETYCZNEJ Nr KB –776/2022

Komisja Bioetyczna przy Uniwersytecie Medycznym we Wrocławiu, powołana zarządzeniem Rektora Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu nr 278/XVI R/2020 z dnia 21 grudnia 2020 r. oraz działająca w trybie przewidzianym rozporządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 maja 1999 r. (Dz.U. nr 47, poz. 480) na podstawie ustawy o zawodzie lekarza z dnia 5 grudnia 1996 r. (Dz.U. nr 514 z 2020 r.) w składzie:

dr Joanna Birecka (psychiatria)

dr Beata Freier (onkologia)

dr hab. Tomasz Fuchs (ginekologia, położnictwo)

prof. dr hab. Dariusz Janczak (chirurgia naczyniowa, transplantologia)

dr hab. Krzysztof Kaliszewski, prof. UMW (chirurgia endokrynologiczna)

dr prawa Andrzej Malicki (prawo)

dr hab. Marcin Mączyński, prof. UMW (farmacja)

Urszula Olechowska (pielęgniarstwo)

prof. dr hab. Leszek Szenborn (pediatria, choroby zakaźne)

prof. dr hab. Andrzej Szuba (choroby wewnętrzne, angiologia)

ks. prof. Andrzej Tomko (duchowny)

prof. dr hab. Mieszko Więckiewicz (stomatologia)

dr hab. Andrzej Wojnar, prof. nadzw. (histopatologia, dermatologia) przedstawiciel

Dolnośląskiej Izby Lekarskiej)

dr hab. Jacek Zieliński (filozofia)

pod przewodnictwem

prof. dr hab. Jerzego Rudnickiego (chirurgia, proktologia)

Przestrzegając w działalności zasad Good Clinical Practice oraz zasad Deklaracji Helsińskiej, po zapoznaniu się z projektem badawczym pt.:

„Czynniki wpływające na przeżycie pacjentów z nagłym zatrzymaniem krążenia”
zgłoszonym przez mgr Piotra Fehlera, pracownika Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego we Wrocławiu oraz złożonymi wraz z wnioskiem dokumentami, w tajnym głosowaniu postanowiła **wyrazić zgodę** na przeprowadzenie badania w Katedrze Pielęgniarstwa i

Położnictwa Wydziału Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu, pod nadzorem prof. dr hab. Izabelli Uchmanowicz i promotora pomocniczego dr Michała Czapli, **pod warunkiem zachowania anonimowości uzyskanych danych.**

UWAGA: Jeśli projekt/badanie wymaga ubezpieczenia na podstawie Rozporządzenia Ministra Finansów, Funduszy i Polityki Regionalnej z dnia 2.12.2020r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej podmiotu przeprowadzającego eksperyment medyczny, Wnioskodawca zobowiązany jest do zawarcia umowy ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej. W takim przypadku pozytywna opinia Komisji Bioetycznej ma charakter warunkowy i będzie uprawniała do prowadzenia Badania pod warunkiem zawarcia przez Wnioskodawcę umowy ubezpieczenia OC zgodnie z Rozporządzeniem wskazanym w zdaniu poprzednim

Pouczenie: W ciągu 14 dni od otrzymania decyzji wnioskodawcy przysługuje prawo odwołania do Komisji Odwoławczej za pośrednictwem Komisji Bioetycznej UM we Wrocławiu.

Opinia powyższa dotyczy projektu badawczego będącego podstawą rozprawy doktorskiej

Przewodniczący Komisji Bioetycznej
przy Uniwersytecie Medycznym

prof. dr hab. Jerzy Rudnicki

27 10 2022

Wrocław, dnia